Techn.
2104
i(1

Die Konstruktion und Anlegung

der

Blitzableiter

zum

Schutze aller Arten von Gebäuden und Seeschiffen

nebst

Anleitung zu Kostenvoranschlägen.

Ein

Lehr- und Nachschlagebuch für Bautechniker, Bauhandwerker, Schlosser, Bauunternehmer, Hausbesitzer und Telegraphenbeamte.

Von

Professor Dr. Otto Buchner.

Dritte vermehrte und verbesserte Auflage.

Mit einem Atlas

von 8 Foliotafeln, enthaltend 89 Abbildungen.

Weimar, 1887.

Bernhard Friedrich Voigt.

Der hierzu gehörige Atlas ist in einem besonderen Bande beigegeben.

Techn. 2104 i. (1

85

<36635754210014

Bayer. Staatsbibliothek

S

Neuer Schauplatz

der

Künste und Handwerke.

Mit

Berücksichtigung der neuesten Erfindungen.

Herausgegeben

von

einer Gesellschaft von Künstlern, technischen Schriftstellern und Fachgenossen.

Mit vielen Abbildungen.

Zweihundertneunundzwanzigster Band.

Professor Dr. Otto Buchner, Blitzableiter.

Dritte Auflage.

Weimar, 1887.

Bernhard Friedrich Voigt.

C

Die Konstruktion und Anlegung

02723

der

Blitzableiter

zum

Schutze aller Arten von Gebäuden und Seeschiffen

nebst

Anleitung zu Kostenvoranschlägen.

Ein

Lehr- und Nachschlagebuch für Bautechniker, Bauhandwerker, Schlosser, Bauunternehmer, Hausbesitzer und Telegraphenbeamte.

Von

Professor Dr. Otto Buchner.

Dritte vermehrte und verbesserte Auflage.

Mit einem Atlas

von 8 Foliotafeln, enthaltend 89 Abbildungen.

Weimar, 1887.

Bernhard Friedrich Voigt.

Gol 167/1175

K. PREUSS. INSPECTION D. ING.-CORPS

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Altbest. 5710

E
Buch

Mk 52391

Vorwort

zur dritten Auflage.

Gerade in den letzten zehn Jahren hat sich die Lehre von der Gewitterelektrizität wesentlich erweitert und wenn auch die Mittel, welche dem Menschen zur Beseitigung der Blitzgefahr zur Verfügung stehen, sich nicht wesentlich verändert haben, so sind doch die dabei zur Geltung kommenden einzelnen Fragen seitens der Wissenschaft und der Praxis in sehr verschiedenen Richtungen beleuchtet worden. Beide haben dabei gewonnen; durch wesentliche praktische Verbesserungen in der Ausführung der Blitzableiter ist die Sicherstellung gegen Blitzschlag vermehrt worden und folgeweise haben sich die Vorurteile und das leider vielfach noch herrschende Mißtrauen gegen die Nützlichkeit der Blitzableiter wesentlich vermindert. Weit mehr wie früher werden jetzt alte und neue Häuser gegen Blitzschlag gesichert und nur schwer zu beklagen ist, daß aus Sparsamkeit die Arbeit Pfuschern übertragen wird, die deswegen billig arbeiten, weil sie schlecht arbeiten. Vor ihnen sei hier dringend gewarnt. Jeder Arbeitgeber verlässige sich im voraus, daß ein anzufertigender Blitzableiter in allen seinen Teilen

allen Anforderungen entspreche. Die Anleitung dazu findet er in diesem Büchlein.

Bei dieser dritten Auflage war auch wieder nötig, eine sehr ausgedehnte und überall zerstreute Litteratur zu benutzen und das Beste unter dem reichlich Dargebotenen zu behalten. Eine Vergleichung derselben mit der zweiten wird den Beweis liefern, daß ich mit Fleiß bemüht war, nur sichere und zuverlässige Angaben zu machen. Auch jetzt wieder waren mir die Angaben verschiedener Fabrikanten von Blitzableitern, die eine vieljährige praktische Erfahrung zur Seite haben, ebenso wertvoll und an manchen Stellen nützlicher, als was der Gelehrte vom Studierzimmer aus gefunden hatte. Zu besonderem Danke aber bin ich verpflichtet den Herren H. Berghausen, Andreaskloster 8 in Köln, Gebr. Mittelstraß in Magdeburg, Felten & Guilleaume, Karlswerk in Mülheim, Rhein, F. Dienenthal in Siegen und Schlossermeister K. Stohr in Gießen; alle haben mich mit größter Zuvorkommenheit mit praktischen Winken unterstützt.

Gießen, im Herbst 1886.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Vorwort V

I. Allgemeiner Teil.

1. Geschichtliches und Statistisches 1
2. Theorie des Gewitters und der Blitzableiter . . . 10
3. Natürliche Blitzableiter 22

II. Praktischer Teil.

4. Allgemeines über die Leitung 29
5. Die Auffangstange 33
6. Die Spitze 40
7. Die Befestigung der Auffangstange 49
8. Der Schutzkreis 51
9. Die Anzahl der Auffangstangen 55
10. Die Anlage der Leitung 59
11. Die Stärke der Leitung 63
12. Das Leitungsmaterial 70
13. Die Träger 75
14. Die Verbindungen 79
15. Die Bodenleitung 83

Seite

16. Schutz der Kirchen 95
17. Schutz der Schornsteine und besonderer Bauwerke . . 101
18. Blitzableiter auf Pulvermagazinen 105
19. Schutz der Schiffe 113
20. Schutz der Telegraphen- und Telephonstationen vor Blitzschlag 126
21. Die Prüfung der Blitzableiter 133
22. Die Kosten 138
Sachregister 146

Bayerische
Staatsbibliothek
München

I. Allgemeiner Teil.

1. Geschichtliches und Statistisches.

„Die Menschen werden vom Blitz getroffen und ihre Häuser angezündet, weil sie es nicht anders haben wollen. Was die Ursache hiervon ist, Knauserei, Leichtsinn, Unwissenheit oder sonst etwas, darum haben wir uns nicht zu kümmern.“

Paßt dieser Ausspruch nicht genau noch auf unsere Zeit? Und doch hat ihn der große Physiker Lichtenberg in Göttingen schon 1794 niedergeschrieben. Die Bemühungen von Gelehrten und Praktikern sind vielfach spurlos an der großen Menge vorübergegangen, und selbst bei Bautechnikern finden sich noch große und sehr gefährliche Irrtümer, die man, nachdem die Geschichte der Blitzableiter über 130 Jahre zählt, nicht für möglich halten sollte.

Nachdem schon im Jahre 1746 durch den Professor J. H. Winkler in Leipzig die Elektrizität als Hauptursache der Gewitter und besonders auch des Blitzes erkannt worden war, trat unabhängig davon der berühmte Benjamin Franklin mit derselben Theorie hervor und bewies im Juni 1752 durch Versuche mit seinem berühmt gewordenen Drachen, daß der Blitz nur ein elektrischer Funke sei, wie wir ihn auch mit einer Maschine erzeugen können. Er ließ den Drachen während eines Gewitters

steigen und zog Funken aus dem Metallstück, das er am Ende der Schnur befestigt hatte. Im Mai desselben Jahres wurden von de Romas ähnliche erste Versuche in Frankreich angestellt.

Zu der Ueberzeugung gekommen, daß der Blitz eine elektrische Erscheinung sei und durch Körper, welche als vorzügliche Leiter der Elektrizität bekannt sind, ohne Nachteil für die in der Nähe befindlichen Körper fortgeleitet werden könne, kam Franklin auf die Idee, Bauwerke sowie andere Gegenstände durch derartige Leitungen vor den verderblichen Wirkungen des Blitzes zu schützen. Er errichtete den ersten Blitzableiter, trotz der Volksvorurteile, auf seinem eigenen Hause; neun Jahre später hatte er die Freude zu sehen, wie an einem andern Hause in Philadelphia der Blitz an dem eisernen Leiter herabfuhr, ohne den geringsten Schaden zu verursachen.

Wenn nun auch neuerlich nachgewiesen wurde, daß eigentlich der erste Erfinder des Blitzableiters Prokop Diwisch, Pfarrer in Brenditz in Böhmen gewesen ist, der 1750 das Ausströmen der Elektrizität aus Spitzen nachwies und am 15. Juni 1754, also vor Franklin, sein Pfarrhaus in Brenditz mit einem Blitzableiter versah, so hatte doch diese Erfindung nicht die weittragende Bedeutung wie die Franklins, der sich eifrigst für die Verbreitung des Schutzes der Häuser vor Blitzschlag bemühte.

Geht doch das Prinzip der Blitzableiter in das graue Altertum zurück. Bei den alten Aegyptern standen zu beiden Seiten der Pylonenflügel oder am Propylon der Tempel mit Kupfer beschlagene resp. vergoldete Mastbäume, „um zu brechen das aus der Höhe kommende Unwetter“, oder „zur Abwehr des Unwetters dieses des Himmels“; sie scheinen also wirkliche Blitzableiter gewesen zu sein.

Im Talmud Tosefta Sabbath XII. findet sich folgende Stelle: „Wer ein Eisen stellt zwischen Geflügel übertritt das Verbot der Nachahmung heidnischer Sitten; zum Schutz vor Blitz und Donner ist dies jedoch zu thun erlaubt“. Danach war im 4. und 5. Jahrhundert n. Ch.

der Einfluß des Blitzes auf Metalle bekannt und praktisch verwendet.

Aber erst durch Franklin breitete sich trotz der mächtigen Widerstände diese nützliche Anwendung der Wissenschaft mit großer Geschwindigkeit aus. Ihr Nutzen war zu einleuchtend. Die ersten Blitzableiter in Deutschland wurden schon 1769 auf dem Turm der Jakobikirche in Hamburg und auf der Stiftskirche zu Sagan, Niederschlesien, gesetzt.

Obgleich die Tagesblätter nicht selten Nachrichten über Zündungen, Tötungen und andere Schäden durch Blitzschläge bringen, so ist doch im gewöhnlichen Leben die Meinung verbreitet, daß sich solche Ereignisse nur sehr selten zutragen. Wir finden diese Ansicht selbst von Gelehrten und in älteren wissenschaftlichen Werken ausgesprochen. Lichtenberg kann in Göttingen für einen sehr langen Zeitraum nur drei Tötungen und ein Zünden des Blitzes konstatieren. In Halle wurde nach Kämtz im Jahr 1609 und dann erst wieder 1825 ein Mensch vom Blitz erschlagen.

Wird sich unter diesen Umständen bei einer wirklich so geringen Wahrscheinlichkeit einer Beschädigung durch den Blitz die Anlage von schützenden Ableitern verlohnen?

Statistische Erhebungen haben um so mehr Wert, je größer die Gebiete sind, über welche sie sich erstrecken. Die eben angeführten Zahlen sind daher an sich wertlos. Ziehen wir aber ein größeres Gebiet in einer längeren Reihe von Jahren in Betracht, so sind die Ergebnisse ganz anderer Art.

In 29 Jahren, von 1835 bis 1863, wurden in Frankreich 2238 Personen durch den Blitz getötet. Das Maximum betrug 111 in einem Jahre (1835), das Minimum 48. Getroffen vom Blitz wurden im ganzen 6714 Personen. Wenigstens zwei Beispiele von Personen sind bekannt, die zweimal in ihrem Leben vom Blitz getroffen wurden. Eine derselben wurde in einem Zwischenraum von 15 Jahren zweimal durch einen Blitzstrahl am linken Fuße

verletzt; eine andere wurde dreimal an verschiedenen Orten vom Blitz getroffen. Von den 6714 Personen, die von 1835 bis 1863 vom Blitz getroffen wurden, hätten etwa 1700 Personen den Folgen des Schlages entgehen können, wenn sie während des Gewitters die Bäume vermieden hätten.

In Preußen wurden von 1854 bis 1857 vom Blitz 511 Personen getroffen und darunter 289 getötet. Im Großherzogtum Hessen fanden von 1853 bis 1862 14 Tötungen statt. Es ist interessant, daß sich für größere Länderstrecken dasselbe ergeben hat, was für kleinere längst bekannt ist, nämlich die höher Wohnenden sind einer größern Gefahr ausgesetzt. Während in den Departements der Niederungen Frankreichs jährlich zwei bis drei Todesfälle durch den Blitz vorkommen, steigt die Anzahl derselben mit der wachsenden Höhe auf 24, 28, 38, 44 und (Puy de Dôme) selbst auf 48. Die höchste Anzahl der durch einen Blitzstrahl Getöteten ist acht bis neun; Tiere scheinen leichter und in größerer Anzahl getötet zu werden.

1869 bis 1872 wurden in Preußen 397 Menschen vom Blitz getroffen. Beim Bau und Betrieb von Eisenbahnen verunglückten dagegen 1202 Menschen. Werden von diesen aber die Beamten abgezählt, so bleiben nur 165 Menschen, also viel weniger als die Hälfte derer, die der Blitz getötet hat.

Der Verlust an Menschenleben durch den Blitz betrug

	in England und Wales:			in Preußen:		
	männl.	weibl.	Summa	männl.	weibl.	Summa
1869	5	2	7	47	32	79
1870	13	6	19	59	43	102
1871	23	5	28	56	47	103
1872	35	11	46	50	35	85
1873	17	4	21	61	50	111
1874	25	—	25	52	41	93
1875	14	3	17	92	48	140
1876	15	4	19	59	57	106
	147	35	182	476	343	819
		Mittel	23			Mittel 102

Die Entschädigungen, welche Jahr für Jahr von Feuerversicherungen, staatlichen und privaten, für Gebäudebeschädigungen durch Blitzschlag bezahlt werden müssen, betragen außerordentlich große Summen.

Als Beispiel sei nur die Magdeburger Gesellschaft angeführt, welche 1872 bis 1881, also in 10 Jahren bezahlte:

1872	Brandschäden	64	Summa dafür gezahlt	Mk.	151477,31
1873	„	136	„ „ „	„	211207,00
1874	„	88	„ „ „	„	233104,40
1875	„	169	„ „ „	„	200257,43
1876	„	100	„ „ „	„	222356,99
1877	„	158	„ „ „	„	169979,25
1878	„	108	„ „ „	„	243609,00
1879	„	128	„ „ „	„	135882,15
1880	„	161	„ „ „	„	324146,73
1881	„	146	„ „ „	„	196282,71
	Summa	1258		Mk.	2088302,97

Wichtiger für uns ist aber die in neuerer Zeit durch derartige Zusammenstellungen von von Bezold, Holtz, L. Weber, Karsten u. A. gefundene unzweifelhafte Thatsache, daß sich in den letzten Jahrzehnten die Blitzgefahr stetig vergrößert hat.

Die Zunahme der Blitzschläge ist nun nicht etwa so zu verstehen, daß infolge der wachsenden Zahl der Häuser, Fabriken ꝛc. auch die Zahl der Blitzschläge entsprechend zugenommen hat. Diese Zahl sollte im Gegenteil eigentlich abnehmen, denn jedes Gebäude, auch ohne Blitzableiter, bewirkt einen, wenn auch schwachen, Ausgleich der entgegengesetzten elektrischen Spannungen; folglich müßte durch die wachsende Zahl der Häuser die Zahl der Blitzschläge relativ abnehmen.

Man hat daher den neuen Begriff der Blitzgefahr eingeführt und versteht darunter das Verhältnis der Zahl der in Gebäude einschlagenden Blitze zu der Zahl der Gebäude eines bestimmten Gebiets überhaupt. Dieser Quotient ist nach v. Bezold in Bayern von 1844 bis 1882 um das

dreifache gestiegen, ja nach den Akten einer Lübecker Feuerversicherungsgesellschaft hat sich diese Zahl in den letzten 50 Jahren verfünffacht. Nach Holtz ist sie für ganz Deutschland von 1854 bis 1877 von 1 auf 2,75 gestiegen. Aehnliche Zunahme zeigen die Statistiken anderer Länder.

Nach den Untersuchungen von v. Bezold wurden 1844 bis 1865 in Bayern 1142 versicherte Gebäude vom Blitz getroffen; dabei treten im Sommer zwei Maxima auf (Juni erste Hälfte, Juli zweite Hälfte). Seit Ende der 30er Jahre ist die Anzahl der auf die einzelnen Jahre treffenden Fälle fast in ununterbrochener Zunahme begriffen. Noch reichlicher ist das später von ihm veröffentlichte Material, danach waren in

Periode	Brandfälle durch Blitz	Jahresmittel
1833—43	355	23,3
1844—65	1142	51,9
1866—79	1550	103,3
1880—82	401	133,6

Wird die Häufigkeit der zündenden Blitze reduziert auf die gleiche Zahl versicherter Gebäude, so hat sich seit Beginn der 40er Jahre, abgesehen von kleinen Schwankungen, eine beinahe stetige Zunahme erfahren, so daß die Gefährdung durch Blitz innerhalb des genannten Zeitraumes auf mehr als das dreifache gestiegen ist.

Reg. R. Gutwasser veröffentlichte 1873 eine Arbeit „über die Blitzschläge auf Gebäude im Königreich Sachsen". Seine Untersuchungen umfassen die 30jährige Periode von 1841 bis 1870. Freyberg fügte eine Zusammenstellung der Gebäudeblitzschläge von 1871 bis 1882 zu. Dadurch ergibt sich nicht nur, daß die Gefährdung der Gebäude in Sachsen so groß ist wie in der stark bedrohten Provinz Schleswig-Holstein, dreimal so groß als in Bayern, sondern auch eine erstaunliche Vermehrung der Blitzgefahr.

Zeitraum	Anzahl der jährlichen Blitzschläge	Zunahme	Anzahl der Gebäude	Größe der Blitzgefahr	Zunahme
1859—62	67	1,00	628315	107	1,00
1863—66	81	1,21	637621	127	1,19
1867—70	104	1,55	647559	161	1,50
1871—74	123	1,84	655545	188	1,76
1875—78	154	2,16	675398	215	2,01
1879—84	202	3,01	698527	287	2,60

Die Anzahl der zündenden und kalten Schläge ist nicht in gleichem Verhältnis gewachsen.

	Jährliche Anzahl zündende	kalte	Prozent zündende
1859—1868 . . .	50	33	60
1869—1878 . . .	58	66	47
1879—1884 . . .	67	135	33

Besonders gefährdet durch Blitz sind die Kirchen und Turmgebäude. Nach v. Hülsen waren von 117 Brandschäden im Zeitraume von 1864 bis 1880 an Kirchen u. dergl. 108, also 92,3 Prozent durch Blitzschlag veranlaßt.

Unter 168 von Duprez gesammelten Fällen, in welchen Blitzableiter vom Strahl getroffen wurden, sind nur 27, wo die Gebäude oder Schiffe Schaden litten, und nur 11 Fälle, wo ein Blitz das Gebäude traf, ohne den darauf angebrachten Ableiter zu berühren. Wenn hiernach immer noch 16 Prozent der scheinbar geschützten Gebäude in Wirklichkeit nicht geschützt sind und bei fast 6 Prozent der scheinbare Schutz in Wirklichkeit gar nicht existiert, so kann daraus nur geschlossen werden, daß diese Blitzableiter fahrlässig ausgeführt waren und dadurch die absolute Sicherheit zu einer nur relativen wurde.

Noch auffallender aber ist dieser Schutz bei Seeschiffen, die aus begreiflichen Gründen besonders den Blitzschlag

ausgesetzt sind Nach Snow Harris brachte die Zerstörung von Schiffen durch den Blitz früher der englischen Marine in Kriegszeiten jährlich einen Schaden von 10000 Pfd. Sterling (ca. 201000 Mark). Im kurzen Zeitraum von fünf Jahren wurden 40 Linienschiffe, 20 Fregatten und 10 Korvetten der englischen Marine durch Blitzschlag kriegsunfähig gemacht. In 150 Fällen wurden 100 Matrosen getötet, 250 gefährlich verwundet. Von 54 Handelsschiffen, die vom Blitz getroffen wurden, waren 18 vollkommen verloren. Seitdem auf die Blitzableiter bei der englischen Marine große Sorgfalt verwendet wird, ist die Anzahl der Beschädigungen außerordentlich gering geworden. Dagegen werden kleinere Handelsschiffe und Fischerboote noch sehr häufig vom Blitz heimgesucht; weil hier, wie bei den kleineren Gebäuden auf dem Lande, Sorglosigkeit und Sparsamkeit gleich groß sind.

Wir haben die seither aufgeführten Thatsachen absichtlich mitgeteilt, da sie am deutlichsten gegen den noch so vielfach verbreiteten Glauben sprechen, es sei eigentlich doch ein Blitzableiter ein sehr unnötiger Luxus. Es ist wahr, der Blitz schlägt verhältnismäßig nur selten ein, aber wahren wir nicht auch unser Eigentum gegen Feuersgefahr durch Brandversicherungen? Unsere Aecker gegen Hagelschlag? Unser Vieh gegen Krankheiten? Darum sollte es auch nicht unterlassen werden, die Gebäude gegen den Blitz und seine Beschädigungen zu schützen!

Aber, wird von den Gegnern der Blitzableiter eingewendet, für was die kostspielige Anlage, wenn sie doch nichts nützt! Wie oft schlägt der Blitz auch in bewaffnete Häuser ein! Leider ist das nicht ganz unrichtig, aber immer und und überall, wo ein solcher Fall mit Sorgfalt und Sachkenntnis untersucht worden ist, stellte sich unzweifelhaft heraus, daß bei der Anlage der Blitzableiter grobe Fehler gemacht wurden, oder daß diese im Lauf der Zeit durch Nachlässigkeit sich einschlichen. Wären dieselben vermieden oder verbessert worden, so hätte wohl der Blitz vielleicht auch eingeschlagen, aber er wäre auch ohne irgend welchen Schaden zu thun abgeleitet worden. Bei einem furchtbaren

Gewitter, das am 3. Juni 1884 nachmittags über Gießen tobte, schlug der Blitz innerhalb einer halben Stunde mindestens 20 mal in Gebäude ein; 5 derselben trafen Blitzableiter und nur einer derselben zeigte sich nicht ganz fehlerfrei; trotzdem war der entstandene Schaden sehr gering.

Aber wie grobe Fehler kommen vor. Berghausen erwähnt, daß er bei einer Revision des Blitzableiters auf dem kgl. Schloß in Coblenz 1869 nicht weniger als 14 vollständige Unterbrechungen fand, die stellenweise mit Draht und hänfenem Bindfaden zusammengehalten wurden. Der ganze Zustand des Ableiters zeigte, daß er seit Jahren und vielleicht noch nie von einem Fachmann nachgesehen worden war. Schlimmer noch war es am Rathausturm in Düsseldorf; dieser hatte früher einen Ableiter aus $^3/_8$ Eisendraht, da dieser aber die Dachdecker bei einer Reparatur hinderte, so nahmen sie einfach das Stück Dachleitung weg und hängten das Ende des Drahts in die Rinne, während Spitze, Giebel und Erdleitung bestehen blieben und jedermann meinte, der Apparat sei vollkommen im stande. In diesem Zustand blieb der Ableiter (?) mehrere Jahre. Hätte in dieser Zeit der Blitz dieses oder eins der vorher genannten Gebäude getroffen — ähnliche Beispiele ließen sich in Menge anführen — so wären dies ebenso viele Beweise für die Nutzlosigkeit der Blitzableiter gewesen und das Mißtrauen gegen dieselben wäre noch gestiegen, während doch offenbar die liederliche Instandhaltung die Schuld allein zu tragen hätte.

Die Frage, ob nicht die Blitzableiter dadurch, „daß sie das Gewitter anzögen", häufiger vom Blitz getroffen würden, als dies bei unbewaffneten Gebäuden der Fall sei, ist höchst nutz- und zwecklos. Ein richtig und gut bewaffnetes Gebäude kann jede Stunde und jeden Tag vom Blitz getroffen werden, ohne daß die Bewohner etwas davon gewahr zu werden brauchen und ohne daß irgend welcher Schaden geschieht.

Wenn aber die Furcht, die Blitzableiter zögen die Blitze an und vermehrten ihre Schläge, begründet wäre, so müßten in einer großen Stadt die Blitze häufiger einschlagen, als an anderen Stellen, wo hervorragende Punkte, Berg-

spitzen, Bäume, Felsen ꝛc. vorhanden sind; dies ist keineswegs der Fall. Außerdem haben die statistischen Untersuchungen von v. Bezold für die bayrischen Städte sogar eine geringere Blitzgefahr ergeben, als für das Land.

---

2. Theorie des Gewitters und der Blitzableiter.

Die Elektrizitätslehre hat in den letzten Jahrzehnten bedeutende Fortschritte gemacht; sie ging dabei Hand in Hand mit den übrigen Zweigen der Naturwissenschaften. Die Lehre von der Anlegung der Blitzableiter wurde dadurch nicht unwesentlich verändert, doch ist nicht nötig, das von Franklin zuerst angegebene System nun vollständig zu verwerfen, wohl aber es nach unseren jetzigen Kenntnissen umzuändern und es den Umständen, wie sie wirklich sind, anzupassen.

Was ist Elektrizität? Eine kurze Erklärung dieses Begriffs ist schwer zu geben. Begnügen wir uns einstweilen damit, daß es eine eigentümliche Kraft ist, die auf sehr verschiedene Weise und in sehr verschiedenen Körpern hervorgerufen werden kann und ihre Wirkung in Anziehung und Abstoßung und mancherlei anderen Erscheinungen zeigt. Ein elektrischer Körper ist ein solcher, der diese Kraft besitzt.

Man unterscheidet gute und schlechte Leiter der Elektrizität; eine scharfe Grenze zwischen denselben ist nicht zu ziehen, ebensowenig zwischen ihnen und den Nichtleitern, die eigentlich auch nur schlechte Leiter sind.

In den guten Leitern bewegt und pflanzt sich die Elektrizität leicht fort und durchdringt sie mit außerordentlicher Geschwindigkeit. Hierher sind besonders die Metalle zu rechnen, gut gebrannte Holzkohle, Graphit, Ruß, der tierische Körper, das See- und Quellwasser (Regen, Nebel, Wolken), feuchtes Holz, lösliche Salze, Leinen, Baumwolle ꝛc.

Die schlechten Leiter setzen dagegen der Bewegung und Fortpflanzung der Elektrizität große Hindernisse in den Weg. Hierher gehört besonders trocknes Erdreich, Felsen,

trockne Luft, Mauersteine, Ziegel, Papier ꝛc. Zu den schlechtesten Leitern, sogenannten Nichtleitern, gehören besonders Glas, Porzellan, Kalk, Kreide, Wolle, Seide, Schwefel, Gutta-Percha, Siegellack ꝛc. Wird ein guter Leiter von anderen guten Leitern durch schlechte Leiter getrennt, stellt sich also ein Mensch auf eine Schicht Seide oder eine Glasplatte, oder wird ein Metallstab an einem damit verbundenen Glasstab gehalten, so nennt man ihn isoliert. Es wird dies dann angewendet, wenn die Elektrizität in einem guten Leiter abgehalten werden soll, auf einen anderen guten Leiter überzugehen. So sind die Telegraphenleitungen durch die Porzellanhütchen an den Stangen, oder durch Guttapercha-Umhüllung im Boden, in Wasser, in Tunneln ꝛc. isoliert.

Unsere Baumaterialien sind meist schlechte Leiter (Holz, Steine); werden sie aber durch Regen naß, so verwandeln sie sich in gute Leiter.

Auch die Metalle leiten nicht alle gleich gut; Silber ist der beste Leiter, dann folgt unter den wichtigeren Metallen Kupfer, dann Gold, Messing, Zink, Eisen, Platin, Zinn und zuletzt Blei.

Wir erkennen daraus, daß, wenn eins dieser Metalle als Elektrizitätsleiter angewendet wird, bei gleichen Dimensionen und sonst ganz gleichen Umständen Silber eine größere Elektrizitätsmenge abzuleiten vermag, als Kupfer, dieses mehr als Gold und so fort und am wenigsten das Blei. Es ist die Bekanntschaft mit dieser Thatsache besonders wesentlich bei der zu erörternden Frage, aus welchem Material eine Blitzableitung angefertigt werden soll.

Nähert sich ein auf irgend welche Weise mit Elektrizität geladener Körper einem anderen, in welchem keine elektrischen Erscheinungen wahrgenommen werden können, so wird derselbe auch elektrisch, und zwar zeigt er an seinen entgegengesetzten Enden auch verschiedene Wirkungen der Elektrizität. Man nimmt daher an, daß in jedem Körper sogenannte ruhende, nicht bemerkbare Elektrizität enthalten sei, die in positive und negative zerlegt werden kann; jede für sich ist bemerkbar und äußert gewisse Wirkungen, vereinigt aber

heben sie sich gegenseitig auf und lassen sich dann nicht mehr wahrnehmen. Diese auf solche Weise hervorgebrachte Elektrizität wird Elektrizität durch Verteilung genannt.

Gewitterwolken sind mit mehr oder weniger Elektrizität geladene, daher heftige und schwache Gewitter. Solche wie das am 17. Juli 1885 in Genf beobachtete Gewitter, das mit Regen und Hagel volle zwei Stunden anhielt und wo in der Sekunde 45 bis 50 Blitze gezählt wurden, sind zum Glück selten. Schwebt aber über einer Gegend eine solche mit Elektrizität geladene Wolke, so wirkt diese verteilend auf die ruhende Elektrizität einer gewissen Länderstrecke, der Häuser darauf und aller Gegenstände. Ist die Gewitterwolke negativ elektrisch, so wird die gleichnamige Elektrizität der Erdstrecke abgestoßen und die positive, also entgegengesetzte Elektrizität angezogen werden und zwar am stärksten in den der Wolke nächsten, also den höchsten Teilen der Gebäude, in Bäumen u. dergl. Es wird die verteilende Wirkung um so größer sein, je näher und größer die Wolke und je stärker elektrisch sie geladen ist.

Demnach kann jede Gewitterwolke, wenn sie sich auch in weit größerer Entfernung, als die Schlagwirkung beträgt, von der Erde befindet, gegen die an der Erde befindlichen Gegenstände Fernwirkungen ausüben, welche denen ähnlich sind, mit welchen ein elektrisierter Körper gegen andere nicht mit ihm in Verbindung stehende Leiter einzuwirken sucht. Nach den hierüber bekannten Thatsachen kommt diese verteilende Einwirkung aus der Ferne nur dann merklich zum Vorschein, wenn der betreffende Teil der Erdstrecke, welcher noch von der Gewitterwolke beeinflußt werden kann, auf ausgedehnten Wasserstrecken ruht.

Dies erklärt zugleich, warum einzelne Gegenden, bestimmte Orte oder Gebäude dem Blitzschlage besonders ausgesetzt sind.

Nach den Untersuchungen von v. Bezold über Gewitter in Bayern und Württemberg gibt es bestimmte Gegenden, welche die Entstehung von Gewittern besonders begünstigen. Solche Gewitterherde sind z. B. die sumpfigen Niederungen zwischen den größeren Seen und den Alpen,

der Westabhang des Böhmerwaldes; die meisten Gewitter entstehen aber wohl zwischen Rhein und Schwarzwald.

Nicht dadurch erklärt wird aber die S. 5 erwähnte Steigerung der Blitzgefahr.

v. Bezold glaubt, daß diese bedingt sei durch außerirdische Umstände, durch welche das irdische Klima beeinflußt werde, auch daß auf ein Maximum der Blitzgefahr dann eine Periode folge, in welcher diese ihr Minimum erreiche.

Näher liegen andere Erklärungen. Karsten findet die Ursache in der Abnahme der Waldungen; durch die Verminderung der Bäume werden die Häuser immer mehr zu den hervorragendsten Punkten einer Gegend gemacht.

Auch Holtz findet, daß die Vermehrung der Blitzgefahr für Gebäude mehr irdischen, als meteorologischen Einflüssen zuzuschreiben sei. Der Zug der Gewitter richte sich wesentlich nach dem Lauf von Flüssen, sowie nach dem Bestand von Waldungen. Nun liegen die meisten und größten Gebäude mehr in der Nähe von Flüssen, als von Waldungen; erfahren die letzteren eine Abnahme, so muß die Gefahr für die Häuser in der Nähe der Gewässer wachsen. Der Waldbestand aber hat sich in den letzten Jahren wesentlich vermindert. Auch kann die Vermehrung der Eisenbahnen und Telegraphen dabei mit von Einfluß sein. Auch verminderte sich die Anzahl großer Bäume in der Nähe der Gebäude, wodurch diesen ein nicht unwesentlicher Schutz entzogen wurde.

Dazu kommt die Vermehrung der Metalle als Bestandteile eines Gebäudes. Dadurch werden Zuleiter des Blitzes geschaffen, ohne auch für Ableiter zu sorgen.

Nach den neueren Anschauungen über die Entstehung der Gewitterelektrizität betrachtet man meistens die Reibung verschiedener in der Luft befindlichen Stoffe als solche. Wie die vulkanischen Gewitter ihre Heftigkeit erlangen durch die Reibung der Wasser- und anderer Dämpfe mit Ascheteilen, so ähnlich die gewöhnlichen Gewitter, bei denen aber nach Planté, sowie Faye und Luvini eine Wirbelbewegung stattfindet, bei welcher die Reibung noch stärker und wirkungsvoller wird.

Andries weist dabei auf die enorme Vermehrung der Fabriken, Lokomotiven, Dampfschiffe ꝛc. während der letzten Jahrzehnte hin, durch welche der Luft ungeheure Mengen von Rauch und Dampf zugeführt werden.

Dazu kommt aber noch, daß Nahrwold bewiesen hat, daß das Vorhandensein fester Körperchen in der Luft die Leitung der Elektrizität sehr erleichtert. Es wird also auch der elektrische Funke leichter zur Erde überspringen, anstatt von einer Wolke zur anderen. Deswegen auch die alte Hausregel, das Feuer in den Herden und Oefen ausgehen zu lassen.

Endet ein elektrisch geladener Körper in eine Spitze, so kann sich darin keine Elektrizität anhäufen, es strömt dieselbe fortwährend an der Spitze aus. In dieser Weise werden vorzüglich die Spitzen der Blitzableiter wirken müssen; sind sie doch durch eine Leitung direkt mit dem Boden in Verbindung gebracht.

Die entgegengesetzten Elektrizitäten streben beständig sich zu vereinigen; je mehr Elektrizität auf beiden Seiten angehäuft ist, um so größer ist die Spannung. Wird diese so groß, daß die Entfernung der Wolke von der Erde die Vereinigung nicht mehr hindert, so entsteht ein Blitz.

Dadurch also, daß die Spitze des Blitzableiters fortwährend Elektrizität ausströmt, wird die Spannung zwar keineswegs aufgehoben, denn die Menge der Wolkenelektrizität ist dafür zu groß, aber doch vermindert und so die Entstehung eines Blitzes eher verzögert als erleichtert. Denn dieser ist nichts als ein elektrischer Funke.

Nach Arago sollen im Verlaufe eines gewöhnlichen Gewitters tausende von Flächenblitzen auf einen Zickzackblitz kommen. Doch ist dies für Deutschland nicht richtig. Flächenblitze sieht man vorwiegend von Wolke zu Wolke überspringen, Zickzackblitze aber sind die für uns verderbenbringenden.

Die elektrischen Lichterscheinungen sind unter sehr seltenen Umständen höchst eigentümlich und ihre Erklärung gerade ihrer Seltenheit wegen bis jetzt noch nicht möglich.

Dahin gehören vor allem die Kugelblitze, die gar mancher gesehen haben will, wenn er aber gut und sicher beobachtete Erscheinungen dieser Art in der Beschreibung kennen lernt, so wird er wahrscheinlich finden, daß er doch noch keine gesehen hat.

Hier die Schilderung eines Kugelblitzes von S. Tromholt. „Am Mittag (Juli 1877) setzten wir uns zu Tische, es gewitterte in der Ferne; plötzlich wurden wir vom Schreck beinahe gelähmt, indem wir eine Feuerkugel gewahrten von der Größe eines Menschenkopfes und von gelblicher Farbe. Sie verbreitete einen starken Schein in ihrer Umgebung; sie kam aus einer geöffneten Thür, schlug gegen das Pflaster, zerstreute sich nach allen Seiten, als wenn sie explodierte und war in demselben Augenblick verschwunden. Begleitet war sie von einem entsetzlichen Gekrach und Geprassel, das alles aufs heftigste erschütterte, aber ebenso plötzlich aufhörte wie die Lichterscheinung selbst. Wahrscheinlich war die Kugel durch den Schornstein eingedrungen, wenigstens deuteten auf dem Boden zerstreuter Ruß und Asche darauf hin. Ein starker Rauch erschwerte das Atmen. Währenddem war kein Gewitterschauer über uns; auch wurde erst gegen Abend Donner gehört und erschienen Blitze. Dann entstand ein sehr heftiges Gewitter."

Tromholt erwähnt eine zweite Erscheinung dieser Art vom 2. September 1877 auf der dänischen Insel Lolland. Nach einem trüben, hagelreichen Tag erschien bei sanftem Regen ein einziger von furchtbarem Donner begleiteter Blitz, über welchen aber die Aussagen sich widersprachen und nur darin übereinstimmen, daß er von allen gewöhnlichen Blitzen völlig verschieden war, daß sich zwei größere hellleuchtende Feuerkugeln zeigten, die Feuerfunken aussprühten. Später am Abend zeigten sich noch einige gewöhnliche Blitze.

Torvald Köhl in Kopenhagen führt in seinen Untersuchungen über den Kugelblitz ebenfalls an, daß er Aehnlichkeit mit einer Feuerkugel habe, aber sich ganz nahe zur Erdoberfläche herabsenke und langsam an Häusern, Bäumen

und Hügeln vorüberschwebt, im Explosionsmoment aber zickzackförmige Blitzstrahlen aussende.

Auf die Versuche von Planté, die Entstehung der Kugelblitze auf experimentellem Wege zu erklären, können wir hier nicht eingehen.

Was bei unseren kleinen, von der Maschine erzeugten elektrischen Funken das Knistern ist, das ist bei den unendlich viel stärkeren Entladungen der atmosphärischen Elektrizität der Donner. Jeder Blitz verursacht nur ein kurzes, ein augenblickliches Geräusch. Wir hören es als ein kurzes, sehr heftiges Krachen, wenn der Blitz in unmittelbarer Nähe niederfährt. Doch selbst in diesem Fall ist der Donner nicht eine nur auf einen Augenblick hervorgebrachte Schallerregung, weil der Blitz immer, wenn auch in unmeßbar kurzer Zeit einen bestimmten Weg zurücklegt und der Schall bei seiner langsamen Fortpflanzung (332 m in der Sekunde) aus größerer Entfernung erst später zu uns gelangen kann. Je länger der Weg ist, den der Schall zurückzulegen hat, um so länger wird auch das Rollen des Donners anhalten. Offenbar wird der Donner dadurch erzeugt, daß die durch den Blitz stark erhitzte Luft rasch zur Seite geschleudert wird; dann dringen gleich andere Luftmassen in den dadurch erzeugten luftverdünnten Raum.

Der eigentümliche Geruch, der bei einem Blitzschlag wahrnehmbar ist und der auch bei jeder thätigen Elektrisiermaschine wahrgenommen werden kann, wird oft als ein Schwefelgeruch bezeichnet, doch ist dies irrtümlich; er ist von dem Geruch brennenden Schwefels ganz verschieden, beruht aber auf der chemischen Thätigkeit der Elektrizität, welche den Sauerstoff, einen Bestandteil der atmosphärischen Luft, in eigentümlicher Weise umwandelt und unatembar macht. Der so veränderte Sauerstoff heißt Ozon.

Nach dem Volksglauben sowie nach statistischen Zusammenstellungen sind die Wintergewitter besonders gefährlich und soll da der Blitz besonders gern einschlagen und zünden. Das Jahr 1865 in seinen ersten Monaten lieferte durch eine lange Reihe von sehr bedeutenden Unglücksfällen diesen Glauben neue Nahrung. Das Gewitter am 6. Januar

allein, dem die Burg Hohen-Rechberg in Schwaben, der herrliche Turm der St. Lorenzkirche in Nürnberg und noch verschiedene Kirchtürme in und in der Nähe von Würzburg und Erlangen zum Opfer fielen, verursachte mehr Schaden, als die Gewitter des ganzen übrigen Jahres und die vieler vorausgegangener Sommer. An der preußischen Ostseeküste kommen Wintergewitter nicht vor; in Bremen und Umgegend betragen sie 5 Prozent aller Gewitter. Nach Gutwasser kommen in Sachsen auf zwei Blitzschläge im November deren 528 im Juni.

Schwebt eine elektrische Wolke über einer Gegend, so wird diese durch Verteilung elektrisch und je nach der Stärke der Spannung wird die Erdelektrizität aus spitzen Gegenständen, Baumzweigen, Knospen oder auch Blitzableiterspitzen als Lichtbüschel sichtbar ausströmen. Diese Lichterscheinung wird St. Elmsfeuer genannt. Die Erscheinung desselben ist nicht selten und sind zahlreiche Beispiele bekannt.

Wird die Wolke durch einen Blitz nach einem Orte entladen, der mit einem benachbarten nicht in unmittelbar leitender Verbindung steht, so wird sich auch die daselbst vorher getrennte Elektrizität unter der Wolke plötzlich wieder vereinigen. Dieses wird ein Rückschlag genannt. Vereinigen sich die entgegengesetzten Elektrizitäten in einem Blitzableiter, so kann, wenn die Gas- oder Wasserleitung mit diesem nicht in Verbindung steht, oder in einem Nachbarhaus unter gewissen Umständen ein Rückschlag entstehn, der allerdings in den meisten Fällen unschädlich ist, aber auch unter Umständen unangenehme Wirkung auf den menschlichen Körper ausüben kann. Bei dem am 3. Juni 1884 tobenden Gewitter in Gießen schlug der Blitz in die Fahnenstange auf dem Nordgiebel des Bahnhofs neben dem damit nicht verbundenen viel niedrigeren Blitzableiter und zertrümmerte sie vollständig. Gleichzeitig sah man lebhafte Lichtfunken auf der Treppe des Südflügels an dem eisernen Geländer, sowie im Telegraphen- und Gebäckbüreau ebendaselbst. Die Gasleitung war nicht mit dem Blitzableiter verbunden.

Nahezu gleichzeitig schlug der Blitz in ein dreistöckiges Wohnhaus ohne Blitzableiter aber ohne zu zünden und größeren

Schaden zu thun. In derselben Zeit blickte in der Mansarde des Nachbarhauses ein Vater mit seiner 16jährigen Tochter bei geschlossenem Fenster dem himmlischen Feuerwerke zu, zufällig sich dabei auf die eiserne Ablaufrinne der Küche stützend. Das Mädchen war vom Augenblick des Blitzschlags an sprachlos und einige Zeit gelähmt, doch dauerte dies nur einige Tage, beim Vater trat noch rascher Besserung ein. Dies sind Beispiele von Rückschlag.

Jeder Widerstand, den die Elektrizität bei ihrer Fortleitung erfährt, bringt Wärme hervor. Eine hinreichend starke und richtig in den Boden geführte Metallleitung kann vom stärksten Blitzschlag getroffen werden, ohne daß an derselben die geringste Erwärmung wahrnehmbar ist. Ist dagegen die Leitung zu dünn, so wird sie erwärmt bis kaum zum Glühen, oder sie wird rotglühend und erleidet Einbiegungen, wodurch sie verkürzt wird, oder sie wird stark glühend und zerreißt an verschiedenen Stellen, oder sie wird zersplittert, oft auch der Länge nach zerspalten oder in immer kleinere Stücke zerrissen, die an der Oberfläche und an den Enden schmelzen oder in Kugeln zusammenfließen; ja es kann ein vollkommenes Zerstäuben der Leitung vorkommen.

Daß der Metallüberzug von Bilderrahmen auf das Glas über dem Bild durch Blitzschlag aufgestäubt und eingebrannt wurde, ist oft beobachtet worden.

Vielleicht hängt mit dieser Hitzewirkung des Blitzes auch die mechanische Gewalt desselben zusammen, die manchmal außerordentlich stark ist und die wohl auf den ungeheuren Luftdruck zurückgeführt werden muß.

Bei dem schon mehrfach erwähnten Gewitter zu Gießen am 3. Juni 1884 schlug der Blitz in die mit Blitzableitern gut versehene Kaserne; ein nahebei stehender Wachtposten sah die Feuermasse herabfahren und wurde dabei beinahe umgeworfen. Der einzige Schaden dabei war, daß eine große Steinkugel auf dem Giebel der gegenüberliegenden Seite, welche aber den nächsten Blitzableiter um weniges überragte, offenbar durch den Luftdruck herabgestürzt wurde.

Aehnliche Erscheinungen treten auch bei nichtmetallischen Leitern ein. Holzwerk kann entzündet werden, wie

dort Metall geschmolzen wurde. Es ist aber nicht mit jedem Blitzschlag eine solche Entzündung verbunden, so wenig als jeder metallische Leiter glühend oder gar geschmolzen wird. Trifft der Blitz z. B. ein Gebäude ohne Ableiter, so wird er den Weg verfolgen, der ihm den geringsten Widerstand darbietet; ist das Holzwerk, das Gemäuer etwa durch vorausgegangenen Regen naß und so ein besserer Leiter geworden, so kann die Elektrizität abfließen, ohne eine Erhitzung bis zur Entzündung hervorzubringen. Es ist jedoch kein besonderer Unterschied zwischen einem zündenden Blitz und einem sogenannten kalten Schlag, von dem man vielfach noch annimmt, er werde durch eine eigene Art von Blitzen hervorgebracht. Eine andere irrige Ansicht ist die, Metalle würden durch Elektrizität bei einer geringeren Temperatur geschmolzen, als durch künstliche Hitze, im Ofen z. B.

Als „kalter Schlag“ werden auch gewöhnlich alle diejenigen elektrischen Erscheinungen bezeichnet, welche vorher S. 17 als Rückschlag bezeichnet wurden, die aber verlaufen, ohne zu zünden, obgleich sie ähnliche zerstörende Wirkungen herbeiführen können, wie ein ursprünglicher Entladungsstrom.

Der Unterschied zwischen zündenden und nicht zündenden Schlägen wird offenbar bedingt durch die Dauer der elektrischen Entladung. Wird diese durch die Umstände verlangsamt, so wird eine Zündung erfolgen, ein kalter Schlag dagegen, wenn die Entladung z. B. durch vorausgegangenen heftigen Regen und folgeweise gute Leitung aller Hausteile eine sehr rasche ist.

Jede Blitzesentladung ist schon im voraus dem Wege nach, den sie nimmt, vollkommen bestimmt. Sie geht immer einer unbegrenzten Wassermenge nach, hängt also von der Bodenbeschaffenheit ab, sowie von der leitenden Verbindung zwischen dem unterirdischen Wasser und dem hervorragendsten Teile des oberirdischen Gegenstandes.

Ein Abspringen des Blitzes von dem Leiter auf einen anderen Gegenstand in der Umgebung kann nur dann

vorkommen, wenn ein Blitzableiter fehlerhaft angelegt oder im Laufe der Zeit fehlerhaft geworden ist.

Der Blitz verfolgt unter allen Umständen denjenigen Weg, der ihm die geringsten Leitungswiderstände darbietet, bis zu der Stelle, wo er sich in dem beständig feuchten Grund nach allen Richtungen hin ausbreiten kann. Schlägt er in einen Baum oder in eine Mauer, so wird er der Richtung der besten Leitung folgen. Befindet sich in der Nähe ein anderer, besser leitender Körper, so wird er seine erste Richtung verlassen und auf diesen überspringen. Da ein Mensch oder ein Tier die Elektrizität besser leiten, als der Baum, so erklärt sich daraus die große Gefahr für die, welche bei einem Gewitter unter einem Baum Schutz suchen. Dasselbe ist aber auch bei Blitzableitern der Fall. Ist ein solcher in allen seinen Teilen tadellos, so springt der Blitz, der ihn trifft, auf keinen anderen Gegenstand in, an oder neben dem Gebäude über; ist aber die Leitung zu schwach und bietet dadurch Widerstände dar, oder ist sie irgendwo unterbrochen, oder ist die Bodenleitung ungenügend, so kann es sich nicht fehlen, daß jeder bessere Leiter in der Nähe, der also einen geringeren Leitungswiderstand darbietet, ein vollständiges oder teilweises Ueberspringen des Blitzes veranlaßt. Steht ein Gebäude mit einem Blitzableiter auf nassem Grunde oder zieht ein Wassergraben unter demselben her, ist aber die Bodenleitung nicht tief genug oder nur in trocknen Boden geführt, so kann ebenfalls ein gefährliches Abspringen stattfinden. In diesem Falle ist ein Blitzableiter auch mit den besten Verbindungen der einzelnen Stellen nachteilig; er mußte mit seinem Ende in den beständig nassen Grund geführt werden, denn nur dann ist der Elektrizität Gelegenheit geboten, sich ohne Sachbeschädigung zu verteilen und abzufließen.

Nach Eisenlohr erfolgt das Abspringen des Blitzes auf folgende Arten:

1. Wenn der Leiter stark genug ist: es können sich dann an allen Biegungen und Unebenheiten elektrische Lichterscheinungen zeigen, wenn die Spannung sehr groß ist.

Diese können auch auf andere Leiter übergehen, aber sie bringen keine zerstörende Wirkung hervor.

2. Wenn der Leiter zu schwach ist, dann ist die Spannung nur ein Mittel, den Widerstand des Ueberganges von der eigentlichen Leitung leichter zu überwinden und ihr einen größeren oder kleineren Teil des elektrischen Stromes zuzuführen. Ist die Menge der Elektrizität in diesem Zweige des Stromes groß, so kann sie die entsprechende Zerstörung anrichten.

3. Wenn die Leitung unterbrochen ist, und

4. wenn die Bodenleitung die Elektrizität nicht gehörig ableiten kann.

In diesen Fällen kann also der einschlagende Blitz von der Leitung ab auf irgend einen besser leitenden Teil des Hauses überspringen und da ebenfalls Verheerungen anrichten, als wäre gar kein Blitzableiter da.

Das Vorstehende gibt die Hauptmomente an, welche bei Blitzableitern nicht aus den Augen verloren werden dürfen.

Alle Erfahrungen haben gelehrt, daß, um dies zu erreichen, die Auffangstange des Blitzableiters auf die höchste Stelle des Hauses, Schiffes, Turmes ꝛc. angebracht werden muß; dies ist auch so von Anfang an geschehen.

Die Stange muß ein nach den Umständen möglichst gut leitendes Metall sein und einen solchen Querschnitt haben, daß er ihrer Länge und dem Leitungswiderstand des Metalles entspricht, damit der Entladungsstrom keine Wirkung in ihr hervorbringen kann. Das obere Ende muß spitz und von einem Metall sein, das schwere Schmelzbarkeit mit guter Leitungsfähigkeit verbindet und den Einflüssen der Atmosphäre widersteht. Durch Verbindungen der einzelnen Stangenteile darf der Leitungswiderstand an diesen Stellen nicht größer werden, als er an allen anderen Stellen ist; und endlich muß die Stange so tief in den Boden geführt werden, daß sie mit stets feucht bleibendem Erdreich in dauernder Verbindung bleibt.

Als weitere Anforderungen an einen guten Blitzableiter müssen noch gestellt werden:

Es muß der Blitzableiter in allen seinen Teilen so angeordnet sein, daß keine verteilenden Wirkungen auf nahe befindliche Leiter der Elektrizität eintreten. Auch ist dafür zu sorgen, daß die herabgeführte Leitung nicht in der Nähe von im Innern oder in der Mauer des Gebäudes befindlichen Metallmassen vorbeizieht oder doch wenigstens so weit von denselben entfernt ist, daß eine verteilende Wirkung auf dieselben nicht stattfinden kann. Läßt sich die Leitung nicht in dieser Weise anlegen, so müssen die Metallmassen in die Leitung eingeschaltet, d. h. unter sich und mit der Hauptleitung verbunden werden, und zwar letzteres an verschiedenen möglichst weit voneinander entfernten Punkten.

Wie selten aber ist bei der Anlage von Blitzableitern auch nur auf die wichtigsten dieser Bedingungen Rücksicht genommen, so daß es wirklich zu bewundern ist, daß bei den manchmal selbst sehr groben Fehlern in der Anlage der Leitung ein einschlagender Blitz trotzdem, ohne Schaden zu verursachen, in den Boden abfließen kann. Unter 168 Blitzschlägen, die nach der Zusammenstellung von Duprez Ableiter trafen, waren nur 27, also etwa $^1/_6$, bei welchen die zum Teil notorisch schlecht bewaffneten Häuser, Türme oder Schiffe verletzt wurden.

Es wäre demnach ein ganz ungerechtfertigter Schluß, wenn man nach den mancherlei Unglücksfällen, die trotz Blitzableitern eintreten können, die Franklinschen Apparate in ihrer sicherstellenden Wirkung überhaupt verwerfen wollte, wie dies schon mehrfach geschehen ist. Wer könnte die zahllosen Fälle zusammenstellen, wo Ableiter vom Blitz getroffen wurden, ohne daß irgend ein Schade geschieht, ohne daß die Thatsache überhaupt allgemeiner, ja selbst den Hauptinsassen bekannt wurde?

---

3. Natürliche Blitzableiter.

Hier gilt es nicht, alle die abergläubischen und thörichten Bemühungen früherer Zeiten aufzuführen und zu

beleuchten, die dazu gedient haben, den Blitz unschädlich zu machen. Würde es sich wohl jetzt noch der Mühe verlohnen, den Glauben an die blitzzerstörende Macht eines Bettes, der Haut des Seekalbs, der Schlangenhäute, bis zu dem geweihten Buchszweig eines Ausführlicheren zu beleuchten?

Unsere Aufgabe ist vielmehr zu untersuchen, ob Gebäude durch besondere örtliche Umstände, also z. B. durch hohe Bäume, die in der Nachbarschaft stehen, gegen Blitzschläge gesichert werden können und ob solche Gebäude keiner besonderen Blitzableiter bedürfen.

Mit diesen und ähnlichen Fragen, die sich auf den Blitz und die Gewittergefahr, sowie ihre Verhütung beziehen, beschäftigte sich zuerst und mehrfach die Akademie der Wissenschaften in Paris. Aber auch die in Berlin unterbreitete ihren berühmtesten Fachgelehrten bei verschiedenen Gelegenheiten derartige Fragen und finden sich in den Schriften der Akademie deren Ansichten und Meinungen. Nicht zu vergessen ist die englische Kommission, auf deren Vorschläge wir ebenfalls noch mehrfach zurückzukommen Gelegenheit haben.

Die meteorologische Gesellschaft in London setzte im Mai 1878 diese Kommission nieder, sie verstärkte sich durch Abgeordnete des kgl. Instituts britischer Architekten und des Vereins von Telegraphen-Ingenieuren, sowie durch die auf diesem Gebiet als Autorität geltenden Professoren Ayrton und Hughes. Die Kommission zog 704 Werke aller Länder über Blitzableitung zu Rate; sie verschaffte sich durch an Gesellschaften und Vereine versandte Fragebogen Kenntnis einer großen Anzahl von Blitzschlägen und untersuchte dann durch Vermehrung von Zeugen und Sachverständigen die Wirkung derselben. Ihr sehr umfassender Bericht vom 14. Dezember 1881 enthält auch Regeln über die praktische Ausführung von Blitzableitungen und verdienen dieselben im Hinblick auf ihre Entstehung besonderes Vertrauen.

Ueber den Blitzschutz durch Bäume spricht sich Gay-Lussac im Bericht der ersten französischen Kommission folgendermaßen aus:

„Der Blitz schlägt häufig in einzeln stehende Bäume ein, weil diese, indem sie sich hoch in die Luft erheben und

mit ihren Wurzeln tief in die Erde hereingehen, wahre Blitzableiter abgeben; aber ihr Schutz wird häufig Personen verderblich, die ihn aufsuchen. Sie gewähren in der That dem Blitze keinen rasch genug erfolgenden Abzug in den Boden und sind schlechtere Leiter, als der Mensch und die Tiere."

„Zum Beweis, daß der Blitz in den Bäumen keine hinlängliche Ableitung in den Boden findet, dient der Umstand, daß er sie fast immer zerbricht oder zerreißt, was nicht der Fall sein würde, sobald sie bessere Leiter wären. Gewöhnlich nimmt er seinen Weg zwischen der Rinde und dem Splint, weil sich hier die meiste Feuchtigkeit befindet, und weil er auch hier zugleich den geringsten Widerstand findet."

„In Ermangelung der Blitzableiter sind hohe Bäume, welche um die Gebäude herum in Abständen von 5 oder 6 m stehen, ein wirksames Schutzmittel gegen das Einschlagen des Blitzes. In zu großer Nähe der Gebäude und mit zu langen Aesten können sie indessen gefährlich werden."

Während also die Gelehrten der Pariser Akademie sich nur bedingungsweise für den Schutz von Gebäuden durch Bäume aussprechen, haben weitere statistische Zusammenstellungen zuerst von Arago nachgewiesen, daß dieser Schutz mehr als zweifelhaft ist. Es kann als jedem Kind bekannt vorausgesetzt werden, daß das Aufsuchen von Schutz bei Gewittern unter Bäumen für Menschen und Tiere höchst gefahrbringend sein kann und oft auch ist. Ebenso bekannt sollte die Thatsache sein, daß auch Gebäude durch hohe Bäume, die in der Nähe stehen, nicht sicher geschützt werden. Es sind zahlreiche Beispiele bekannt, welche dieses beweisen. Es kann möglicherweise ein hoher Baum in der Nähe eines Gebäudes dieses vor dem Blitzschlag schützen, es kann aber auch der Blitz vom Baum auf das Haus überspringen oder selbst mit Umgehung des Baumes sofort das Gebäude treffen.

Dr. Weber hat durch seine Zusammenstellungen über Blitzschläge in Schleswig-Holstein bewiesen, „daß der durch die verteilende Wirkungen eines Baumes gewährte Schutz keineswegs genügend ist, ein unmittelbar daneben liegendes

Gebäude vor einem Blitzschlag zu bewahren." Immerhin aber scheinen die mechanischen Zerstörungen geringer zu sein, als wenn auch dieser natürliche Schutz fehlt.

Holtz dagegen empfiehlt dringend allen Häuserbesitzern auf dem Lande das Anpflanzen von mindestens vier italienischen Pappeln in der Nähe ihres Gebäudes, da sie unter den Bäumen den ersten Rang als Blitzableiter einnehmen; selbstverständlich dabei ist, daß die Bäume soweit erwachsen sind, daß sie die Hausfirst um ein gutes Teil überragen. Leichter und rascher freilich ist ein wirklicher Blitzableiter auf dem Hause angebracht.

Jedenfalls aber sind ausgedehnte Waldstrecken insofern auch nützlich, daß sie die elektrische Ladung der Gewitterwolken schwächen. Die Verletzung von Waldbäumen durch den Blitz ist eine viel häufigere Erscheinung, als man gewöhnlich anzunehmen pflegt.

In dieser Beziehung sind die statistischen Ergebnisse einer mehrjährigen Beobachtung (1874 bis 1880) des Forstmeisters Feye in Detmold von Bedeutung.

Auf 20 Quadratmeilen enthält das Fürstentum Lippe-Detmold neun Oberförstereien. Die mittlere Anzahl der von diesen beobachteten Gewittern betrug

1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880
15	27	35	45	28	29	45

oder im Durchschnitt von 7 Jahren jährlich 32 Gewitter. Dabei ist auffallend, daß nicht selten nahe gelegene Orte eine sehr verschiedene Zahl von Gewittern aufwiesen. Die meisten fanden nachmittags zwischen 12 und 6 Uhr statt (51 bis 66 Prozent); von 6 Uhr bis mitternacht waren nur 22 bis 26 Prozent; der Rest fiel auf die Vormittagsstunden. Das kürzeste Gewitter dauerte 5 Minuten, das längste 8 Stunden, im Durchschnitt war die Dauer 40 bis 50 Minuten. Es wurden getroffen von

	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880
Blitzschlägen	14	12	28	37	21	29	56
Bäume	14	17	37	42	22	40	67

also von 197 Blitzschlägen 239 Bäume und zwar vorwiegend in den Nachmittagsstunden des Juni und Juli. 19 Stämme wurden zersplittert, bei 47 folgte der Blitz den Längsfasern, 18mal machte er 1/4 bis einmalige Umdrehung um den Stamm und zweimal wurde dieser in horizontaler Richtung getroffen.

Derselbe Beobachter hat auch nachgewiesen, daß die Natur des Waldbodens von Einfluß ist auf die Anzahl der vom Blitz getroffenen Bäume. Die Lippeschen Forste bedecken eine Fläche von über 18 000 ha. Davon kamen auf

Kalkboden .	4 735 ha	26 Proz.	3 Proz. Blitzschläge
Keupermergel	5 640 „	31 „	10 „ „
Thonboden .	3 160 „	17,4 „	13 „ „
Sandboden .	2 365 „	13 „	21 „ „
Lehmboden .	2 280 „	12,6 „	53 „ „
Zusammen .	18 180 ha	100	100.

Wären die Blitzschläge in Bäume nicht vom Boden abhängig, so hätten diese nach der Größe der Bodenfläche sich richten müssen. Die Blitzgefahr für Bäume ist demnach, die für Kalkboden = 1 gesetzt, für Keupermergel nahezu 3, Thonboden fast 7, Sand 14,5, Lehmboden 38.

Ein thatsächlicher Beweis, daß auch viele andere leitende Körper den Wolken die Elektrizität rauben, wird in folgenden Erfahrungen gefunden:

Wenn wetterleuchtende Wolken, also solche, welche stark elektrisch sind, sich großen Städten mit vielen Arbeitern nähern, so hört das Wetterleuchten auf. Da der Rauch die Elektrizität leitet, so sind hohe Fabrikschornsteine dem Blitz sehr ausgesetzt; in Städten aber, die viele rauchende und hohe Kamine haben, und deren Rauch also sehr viel Ruß mit sich führt, wie in den großen Manufakturstädten Englands, ist das Einschlagen des Blitzes eine außerordentliche Seltenheit. Aus diesem Grunde hat man das Anzünden von grünem Holze und dergleichen raucherzeugenden Gegenständen als ein Mittel gegen die verheerenden Gewitterwolken vorgeschlagen.

Die Erfahrung lehrt jedoch, daß kein solcher Schutz in Wirklichkeit vorhanden ist. Dasselbe ist der Fall mit dem heftigen Kanonendonner, der die Gewitter verteilen soll. Von den zahlreichen Beispielen, welche beweisen, daß diese Annahme durchaus irrig ist, möge nur an die Episode aus dem letzten österreichisch-italienischen Kriege erinnert werden, wo während der heftigsten Kanonade der Schlacht bei Solferino ein furchtbares Gewitter wütete.

Nicht anders ist es mit dem früher als untrüglich angenommenen Schutz des Glockengeläutes vor Blitzschlägen. „Fulgura frango" ist die Inschrift mancher alten Glocken, aber die Blitze werden doch nicht dadurch gebrochen. Sicher aber ist, daß das Leben des Läutenden während des Gewitters in besonderer Gefahr schwebt, weil von großen Metallmassen, den Glocken, ein Leiter bis in seine Hände führt; doch ist nicht nachzuweisen, daß durch die Bewegung der Glocken der Blitz angezogen und dadurch die Gefahr vermehrt werde.

Wir kennen überhaupt kein Mittel, durch welches das Einschlagen des Blitzes verhütet werden kann. Die einzige Möglichkeit, die uns bleibt, ist das Unschädlichmachen der Blitzschläge; dies erreichen wir durch den Blitzableiter, der demnach das Einschlagen des Blitzes nicht verhindern soll und kann, wohl aber ihn unschädlich in den Boden überzuführen vermag.

Durch bekannte oder unbekannte zufällige Leitungen, die Bestandteile eines Gebäudes ausmachten, waren manche derselben auch lange vor der Erfindung des Franklinschen Apparates gegen Blitzschläge gesichert. Ein merkwürdiges Beispiel dieser Art erzählt Hemmer: „Ein Turm des Schlosses des Ritterguts Kreibitzsch, welches unweit Naumburg auf einem hohen Berg liegt, zeigte durchgehends bei hinlänglicher Annäherung eines Gewitters ein Licht auf der Spitze (von der ausströmenden Elektrizität) und die ältesten Leute wußten sich nicht zu erinnern, daß es jemals in denselben eingeschlagen hätte. Nun wurde der Turm bei vorgenommener Ausbesserung des Knopfes um 1,80 m erhöht. Kurz darauf fuhr der Blitz in denselben und zerschmetterte

ihn, was seitdem noch sehr oft geschehen ist. „Es ist vorher", setzt Hemmer hinzu, „zweifelsohne eine zufällige unbekannte Ableitung in diesem Turme gewesen, die bei gedachter Erhöhung unterbrochen worden ist."

Die große Säule, kurzweg das „Monument" in London, die 1677 zur Erinnerung an eine kurz vorher stattgehabte Feuersbrunst errichtet wurde, ist 62 m hoch und endet in einem großen Metallbecken, das mit aus Metall nachgebildeten Flammen gefüllt ist. Vom Becken zur Galerie gehen 4 starke Eisenstangen und von da zu den Klammern an der Treppe und bis zum Boden hinab. Hier ist ohne besondere Absicht eine vollkommene Blitzableitung eingerichtet und weiß auch niemand, daß das Monument je von einem Blitz getroffen worden wäre.

Diese und viele andere Beispiele beweisen aufs klarste, daß keine andere Sicherheit vor Blitzschlag erlangt werden kann, als durch einen gut angelegten Franklinschen Apparat und fordern dazu auf, einen solchen auf einem Gebäude zu errichten, das nicht zufällig schon durch seinen Bau gegen die Einwirkung der Elektrizität geschützt ist. Es wird aber wohl niemand so thöricht sein, einen Blitzschlag abwarten, um sich zu überzeugen, ob eine natürliche, durch den Bau bedingte Leitung die Elektrizität gefahrlos ableite oder nicht.

II. Praktischer Teil.

4. Allgemeines über die Leitung.

Bei einem Blitzableiter unterscheiden wir die Auffangstange, die Firstleitung, die Ableitung und die Bodenleitung. Wir werden diese Teile getrennt untersuchen und schicken nur kurz einige allgemeine Betrachtungen voraus.

Wie bei der ganzen Blitzableiteranlage von der äußersten Spitze bis zu dem Ende der Bodenleitung noch immer von manchen sogenannten Praktikern (Schlossern, Dachdeckern u. dergl. Handwerkern) ja selbst von bauverständigen technischen Behörden die gröbsten Fehler begangen werden, ersieht man am deutlichsten an den zahlreichen Fällen, wo die Blitzableiter Gebäude vor dem Einschlagen des Blitzes nicht sicherten, und wo dadurch große Unglücksfälle wirklich entstanden oder doch möglich waren, jedenfalls aber nicht immer durch die kostspielige Blitzableitung verhütet wurden.

Es geht daraus hervor, daß die größte Sorgfalt auf die Leitung zu verwenden ist, und daß man sich vollständig klar darüber sein muß, welche Aufgabe die einzelnen Teile derselben zu erfüllen haben, sowie welchen Bedingungen Genüge geleistet werden muß, um die Leitung an der Vollführung dieser ihrer Aufgabe nicht zu verhindern, sondern nach allen Kräften zu unterstützen.

In vielen Fällen hilft der Blitzableiter zwar selbst bei mangelhafter und sogar unterbrochener Leitung. Doch wäre es ein sträflicher Leichtsinn, darauf hin eine etwaige beschädigte Stelle nicht sofort ausbessern zu lassen.

Soll der Blitzableiter seine Aufgabe sicher erfüllen, so muß er nach Angabe des Professor Müller folgenden drei Bedingungen vollständig Genüge leisten, nämlich:

1. muß die Auffangstange in eine sehr feine Spitze auslaufen;

2. es darf von der Spitze an bis zum untersten Ende der Leitung keine Unterbrechung stattfinden, und

3. müssen die einzelnen Teile die richtigen Dimensionen haben.

Nach unseren späteren Auseinandersetzungen über die Auffangstange und ihre Spitze ist die unter 1. angeführte Bedingung nicht richtig, wir müssen überhaupt, was diesen Punkt betrifft, auf die Kapitel über die Auffangstange und deren Spitze verweisen.

Um so richtiger sind die zwei folgenden Punkte, denen sich jedoch noch einige weitere anreihen, die nicht weniger wesentlich und der Berücksichtigung würdig sind.

Jeder Leiter setzt dem Durchgange der Elektrizität einen Widerstand entgegen, welcher im geraden Verhältnis zu seiner Länge und im umgekehrten Verhältnis zu seinem Querschnitt ist. Wenn während eines Gewitters die verschiedenen Teile eines Blitzableiters von großen Massen Elektrizität durchströmt werden, so befindet sich der Leiter notwendig in einem Zustand elektrischer Spannung, deren Stärke sich verhält wie der Widerstand, der dem elektrischen Strome begegnet. Wenn diese Spannung zu stark wird, so wirkt der Leiter zerlegend auf die ruhende Elektrizität der Umgebung und veranlaßt zuweilen eine seitliche Entladung, die einem wirklichen Blitzschlage gleicht. Um dies zu verhüten, ist nötig:

1. daß die Länge des Leiters so gering wie möglich ist und er auf dem kürzesten Weg in den Boden geführt wird; denn da sich der Widerstand in jedem Teilchen

wiederholt, so wird sich mit der wachsenden Länge des Stabes auch seine Leitungsfähigkeit vermindern. Deshalb gerade ist es aber auch von Wichtigkeit, namentlich bei längeren Leitungen, daß:

2. der Leiter einen so starken Querschnitt hat, daß die Elektrizität leicht abfließen kann. Ist die Leitung zu schwach, so kann der elektrische Funke infolge des größeren Widerstandes leicht abspringen.

3. Da alle Ecken den Ausfluß der Elektrizität begünstigen, so sind alle scharfen Biegungen an der Leitung durchaus zu vermeiden.

4. Die Leitung soll mit den einfachsten und zweckentsprechendsten Mitteln so angelegt und eingerichtet sein, daß nicht nur mit geringsten Kosten eine vollkommene augenblickliche Sicherung gegen Blitzschlag erzielt wird, sondern daß auch jederzeit leicht eine Untersuchung derselben, eine Ausbesserung an schadhaften Stellen und eine Auswechselung einzelner Stücke leicht vorgenommen werden kann, ohne daß dadurch die ganze Leitung irgendwie beeinträchtigt wird, einen dauernden Schutz zu gewähren.

Ganz besonders wesentlich ist bei Anlage von Blitzableitern zu berücksichtigen, ob an einem Gebäude viel Metall angebracht ist oder nicht. Eine Kirche, deren Dach über dem Schiff oder auf dem Turm aus Eisen konstruiert und mit Eisen, Blei oder Kupfer gedeckt ist, ein Haus, bei welchem die Fußböden der Stockwerke auf Eisenschienen ruhen, oder wo viele eiserne Pfeiler als Stützen angebracht sind, bei Treibhäusern, die jetzt ja meist aus Eisen und Glas gebaut sind 2c. 2c., kurz wenn viele oder vorzugsweise metallische Baumaterialien verwendet wurden, oder auch wo beträchtliche Metallmassen etwa in Form von Maschinen u. dergl. angehäuft sind, ist die Anzahl der Blitzableiter sowie die Stärke der Leitung entsprechend zu vermehren. Auch müssen einzelne metallische Teile des Gebäudes oder das Ganze in die Leitung eingeschaltet werden. Stehen bei einer metallenen Dachbedeckung die einzelnen Platten untereinander in wirklich leitender Verbindung und sind

nicht nur mit ihren Rändern übereinander gebogen, so kann damit die Auffangstange und dann an einem Dacheck die hinreichend starke Leitung in leitende Verbindung gebracht werden. Bestehen Dachstuhl und Bedeckung aus Metall, so ist auch eine Einschaltung des Ganzen in die Leitung angezeigt. Die Stärke derselben hängt dann ab nicht nur von der Länge der Dachfirst, sondern auch von der Masse der Metalle im Dach und von der Höhe derselben über der Erde. Auch die eisernen Schornsteinaufsätze, die Geländer der Balkone auf den Dächern, Grat- und Kehlbleche, sowie metallenen Dachrinnen u. dergl. müssen mit der Leitung oder den Leitungen in Verbindung gesetzt werden. Es sind Fälle konstatiert, wo bei Vernachlässigung dieser Vorschrift, trotz der allerdings etwas mangelhaften aber zahlreichen Auffangstangen, der Blitz doch das Dach traf.

Derartige Leitungen werden Nebenleitungen genannt. Bei Kaminen mit kupfernen oder eisernen Windfängen wird die Achse, um die sie sich drehen, mit der Leitung in Verbindung gesetzt. Eiserne Fenstergitter auf der Wetterseite an der Giebelwand sollen ebenfalls durch einen zum Hauptleiter herabgeführten Draht in die Verbindung eingeschaltet werden. Doch darf dabei nie die vorhin angeführte erste Regel außer acht gelassen werden, daß man die Elektrizität auf dem möglichst kürzesten Weg nach dem Boden zu führen sucht, also durchaus vermeidet, die Verbindung eines metallischen Gegenstandes nach einem höher gelegenen Punkte, sondern nach der nächsten tieferen Stelle zu führen.

Auch schon die französische Kommission von 1854 nahm darauf Bedacht bei Gebäuden, die im Inneren besonders als Träger und Durchzüge zwischen den Stockwerken viel Eisen enthalten, und verordnete, daß alle Hauptteile der Fußböden aller Etagen in Verbindung mit den nächsten Leitungen zu setzen seien, sowie daß alle Schwellen der oberen Fußböden durch damit fest verbolzte Eisenstäbe untereinander in metallische Verbindung gesetzt werden; kann man keine Verbolzung anbringen, so verlötet man sie mit Zinn und befestigt sie dann mit der Leitung.

Bei dem Bewaffnen von Eisenmagazinen und anderen Gebäuden, die bedeutende Metallmassen enthalten, mit einer Blitzableitung ist auch nötig, diese Metallteile unter sich in leitende Verbindung zu bringen und in die Hauptleitung einzuschalten. Denn selbst für den Fall, daß das Gebäude durch den Blitzableiter vollkommen geschützt ist, so müssen doch durch Verteilungswirkungen Erscheinungen hervorgerufen werden, die sehr bedenkliche Natur annehmen können.

Auch metallene Wasser- und Gasröhren in einem Hause werden mit der Leitung in Verbindung gesetzt, obgleich ihre Metallmasse gering ist, denn gerade diese sind es, welche durch ihre weite Verzweigung unangenehme Rückschlagswirkungen hervorrufen können; durch Nichtbeachtung dieser Vorsicht sind zahlreiche Unglücksfälle hervorgerufen worden.

Es sind hier die allgemeinen Gesichtspunkte erörtert worden, die bei der Anlage eines Blitzableiters in Betracht kommen. In derselben Weise müssen wir die Anlage der einzelnen Teile untersuchen, denn bestimmte Vorschriften zu geben, die für alle Fälle des praktischen Lebens ausreichen, ist eine absolute Unmöglichkeit. Dafür werden wir, wie seither, durch Beispiele die theoretischen Erörterungen mit den Ergebnissen der Erfahrung in Verbindung zu bringen suchen.

---

5. Die Auffangstange.

Es ist eine auffallende Erscheinung, wie noch immer trotz des in den Schulen immer mehr sich ausbreitenden Unterrichts in den verschiedenen Zweigen der Naturwissenschaften selbst bei Männern, bei denen gründliche Kenntnisse der Naturgesetze vorausgesetzt werden sollten, falsche Ansichten vorherrschen, die nur in einem vollkommenen Verkennen der Naturerscheinungen beruhen. Kam es doch noch im Jahr 1858 in der Leipziger polytechnischen Gesellschaft, also in einer Versammlung von Theoretikern und Praktikern vor, daß ein Redner gegen das Anbringen von Auffang-

stangen bei Blitzableitern redete, „da dieselben manchmal die Entladung eines Blitzes nach der Erde hin veranlaßt haben, die sonst nicht vorgekommen wäre". Diese Behauptung steht vollkommen in der Luft, obgleich theoretische Möglichkeiten dafür sprechen. Wie aber soll wirklich bewiesen werden, daß ein Blitz einen anderen Weg genommen hätte, wenn kein Blitzableiter dagewesen wäre? Mit demselben Recht könnte man behaupten, daß nie ein Haus von einem Blitz getroffen werde, wenn kein Ableiter auf demselben befindlich ist und ihm den Weg zur Erde zeige. „Jetzt sei man von den Auffangstangen ganz abgekommen; nur da wo man eine Auffangstange nicht auf dem Hause zu errichten brauche, sondern im Freien aufrichten kann, bediene man sich derselben noch, doch sei dies nur bei niedrigen und nicht zu umfangreichen Gebäuden möglich." Offenbar hat der scharfsinnige Redner nicht bedacht, daß ja der Blitzableiter den auf ein Gebäude fallenden elektrischen Funken nur unschädlich machen soll, ihn aber nicht abhalten kann. Dazu ist aber eine Auffangstange mit Spitze nötig.

Darauf folgt eine noch weit paradoxere und entschieden falsche Behauptung, die der Augenschein in jeder Stadt, jedem Städtchen, Schloß, Gehöft u. s. w., wo Blitzableiter angebracht sind, über den Haufen wirft. „Eine Fangstange schütze nur auf 20 m im Radius." Unser Kapitel über den Schutzkreis wird zeigen, wie sofort nach der großen Franklinschen Entdeckung über die Natur des Blitzes die Gelehrten darauf hingewiesen waren, die Größe des Schutzkreises zu ermitteln, wie verschiedene Ansichten geltend gemacht und durch zahlreiche Thatsachen gestützt, dann aber auch wieder gestürzt wurden, und daß wir jetzt nach 100 Jahren noch nichts mit vollkommener, auf Naturgesetze fußender Sicherheit über die Größe des Schutzkreises sagen können. Hier werden wir belehrt, daß derselbe 20 m Halbmesser habe! Als wenn es dabei nicht auf die Größe der Auffangstange ankäme! Wir übergehen hier die weiteren Ausführungen des Redners, da sie nicht hierher gehören, und erwähnten die vorherigen nur, um zu zeigen, wie selbst

manche sogenannte Fachmänner noch durchaus unklare oder falsche Begriffe von der Wirksamkeit eines Blitzableiters haben.

Ebenso tadelnswert unrichtig ist eine Bemerkung in Böttgers Polytechnischem Notizblatt von 1862 (Nr. 5), wo es heißt:

„Die gewöhnlich daran (an der Auffangstange nämlich) angebrachte vergoldete Spitze dient nur zum Zierat, nicht zum Nutzen, da in Bezug zur Größe des Blitzes eine stumpfe Stange so gut wie die beste Spitze wirkt, die überdies durch leichtere Schmelzung und Herabfließen des glühenden Metalles eher Schaden bringen kann."

Derartige Belege für die ungenügende Kenntnis der elektrischen Erscheinungen und die Wirkung eines Blitzableiters ließen sich noch wesentlich vermehren.

Wenn eine Gewitterwolke über dem Blitzableiter schwebt, so werden die verbundenen Elektrizitäten der Stange und der Leitung zerlegt; es wird diejenige Elektrizität abgestoßen, welche gleichnamig ist mit der in der Wolke, und verbreitet sich frei im Boden. Die entgegengesetzte Elektrizität aber zieht sich nach der Spitze und strömt da frei in die Luft aus, so daß keine Anhäufung von Elektrizität in der Stange stattfinden kann. Es könnten daher die Auffangstangen ebensogut Ausströmungsstangen genannt werden.

Anders aber ist es, wenn die Auffangstange stumpf ist oder ganz fehlt; es strömt alsdann die Elektrizität nur höchst mangelhaft oder gar nicht aus und häuft sich so in der Leitung und in der Stange an. Dasselbe muß stattfinden, wenn die Leitung an irgend einer Stelle unterbrochen oder doch unvollkommen ist. Die ganze Blitzableiter-Anlage wird dann zu einem geladenen Konduktor, in welchem eine ungeheure Menge von Elektrizität angehäuft sein kann, so daß es möglich ist, aus demselben größere und kleinere Funken auszuziehen.

Ist die Spitze stumpf, aber die Leitung vollkommen, so wird der einschlagende Blitz in den Boden übergeführt und unschädlich gemacht werden, aber der Schlag ist heftiger.

Die aus der Spitze reichlich ausströmende Elektrizität wird nämlich durch die Gewitterwolke angezogen und neutralisiert einen Teil der ursprünglichen Elektrizität derselben. Wenn also eine Gewitterwolke einem Blitzableiter nahe genug ist, um verteilend wirken zu können, so wird auch sogleich ihre elektrische Kraft durch das Zuströmen der entgegengesetzten Elektrizität aus der Spitze geschwächt, wenn auch nicht aufgehoben; es kann also immerhin ein Ausgleich durch den Blitz erfolgen.

Es ist aber eine irrige, aus früherer Zeit herrührende Vorstellung, als wenn der Blitzableiter der Gewitterwolke die Elektrizität nach und nach entzöge und ohne Geräusch vermittelst des Leiters in den Boden führe.

Das seither Gesagte zeigt, daß die Auffangstangen einen wesentlichen Teil des Blitzableiters ausmachen. Untersuchen wir nun, welche Eigenschaften wir von ihnen verlangen müssen.

Seitdem die erste französische Kommission die viereckigen Auffangstangen gut hieß, konnten Theorie und Praxis lange Zeit gegen diese Autorität ihre Gegengründe nicht geltend machen, um so mehr, als sie weit leichter darzustellen sind. Unbegreiflicherweise blieb selbst die letzte mit Blitzableitern beschäftigte französische Akademie-Kommission in ihrem Bericht (1867, 16. Jan.) bei viereckigen Fangstangen, und bezeugt dieses und manches andere die Flüchtigkeit und Liederlichkeit dieser Arbeit, von welcher der berühmte Moigno bemerkt, daß ihm ein Mitglied der Akademie sein Bedauern über diesen Bericht ausgedrückt und zugefügt habe, daß er an Stelle des Marschalls Vaillant, des Kriegsministers, der die Veranlassung zur Abfassung des Berichts war, die Vorschläge der Akademie nicht zur Ausführung bringen würde.

Ist es aber danach ein Wunder, wenn auch manche staatliche und städtische Baubehörden, die doch allezeit der Sitz der Intelligenz und wissenschaftlichen Bildung sein sollen, keinen Begriff davon haben, daß möglicherweise runde Fangstangen den viereckigen vorzuziehen sein möchten?

Aber schon aus dem seither Erwähnten geht hervor, daß quadratische Auffangstangen nicht zu empfehlen sind. Sie müssen ihrer ganzen Ausdehnung nach überall einen runden Querschnitt haben, doch darf der obere Durchmesser der Stange, wo die Spitze aufgesetzt wird, nie kleiner sein, als der ist, den eine Leitung aus Rundeisen besitzen muß. Da nun die Erfahrung zeigt, daß der Durchmesser einer cylindrischen Leitung aus Schmiedeeisen in keinem Falle geringer als 14 mm sein darf, so hat man wegen der Anordnung der Spitze den Durchmesser des oberen Endes der Auffangstange nicht unter 16 bis 18 mm und überhaupt 2 bis 4 mm größer zu nehmen, als den einer cylindrischen Leitung aus Schmiedeeisen. Dem unteren Ende gibt man einen Durchmesser von 50 bis 60 mm. Man hat früher nur massive Fangstangen verwendet. Doch hat vieljährige Praxis gezeigt, daß röhrenförmige Stangen von gleichem Durchmesser an beiden Enden hinreichende Festigkeit haben, um auch dem stärksten Sturm zu widerstehen, wenn sie richtig befestigt sind. Sie haben dabei den ganz besonderen Vorzug, daß das für die Leitung verwendete Kupferkabel durchgezogen und mit der Spitze leicht verbunden werden kann. Doch ist fehlerhaft, diesem Rohre nahe seinem unteren Ende eine seitliche Bohrung zu geben, um das Seil durchzuziehen, weil die Stange dadurch geschwächt wird. Wenn das Rohr in der Höhe der Dachfirstlinie endet und richtig befestigt ist, **Fig. 33** und **34**, **Taf. IV**, so kann das Kabel ohne Zwang und Knick von der Fangstange zur Firstleitung ꝛc. geführt werden.

Wenn man auch den Auffangstangen die möglichst größte Länge gibt, die bei der Konstruktion überhaupt angewendet werden kann, so vermeidet man doch selbst bei den größten Gebäuden gerne Stangen von mehr als höchstens 5 m Höhe, da ihrer soliden Befestigung technische Schwierigkeiten entgegenstehen; es ist besser, eine lange und einige kürzere Auffangstangen an verschiedenen Stellen des Daches anzubringen, oder bei ausgedehnten Baukomplexen einige Blitzableiter anzulegen und diese untereinander leitend zu verbinden. Ebenso muß man aber auch eine zu

kurze Stange vermeiden, selbst wenn die Grundfläche des Daches nicht besonders groß sein sollte, weil sie armselig aussieht und so zur Unzierde des Hauses beiträgt. Eine sehr einfache und zweckmäßige Fangstange, mit einfachem, unverziertem Zinkmantel ist in **Fig. 1, Taf. I**, dargestellt.

Nebenstangen sollen mindestens 1 m Länge haben; Hauptstangen gibt man keine geringere Länge als 3 bis 4 m.

Früher war allgemein als notwendig oder doch als sehr zweckmäßig angesehen, die Auffangstange statt in eine Spitze in deren fünf ausgehen zu lassen, indem man etwas unterhalb des oberen Endes der senkrechten Stange ein Doppelkreuz von zwei wagerechten Stangen anbrachte und jedes Ende derselben ebenfalls mit einer Spitze versah. Merkwürdigerweise haben sich diese Blitzableiterkreuze noch da und dort erhalten und werden selbst noch auf manchen vollkommen neuen Staats- und Privatbauten gefunden, obgleich sich Theorie und Praxis längs gegen dieselben entschieden haben.

Für dieselben wurde geltend gemacht, daß wenn auch eine der Spitzen durch einen Blitzschlag oder sonst eine Ursache verletzt und unbrauchbar geworden, doch deren noch andere in Reserve bleiben, die dann mit ihrer Thätigkeit in den Vordergrund rücken. Diese Berechnung wird aber dann überflüssig, wenn man die eine Spitze gehörig anbringt und ihr die richtige Gestalt gibt; alsdann sind keine Reservespitzen nötig.

Gegen die Auffangkreuze sprechen aber die theoretischen Betrachtungen, die wir früher angestellt und die durch Versuche von Beccaria schon vor länger als 100 Jahren in Turin bekräftigt wurden. Dieselben ergaben, daß in den meisten Fällen nur dann Elektrizität ausströmte, wenn die Spitze senkrecht nach oben gerichtet war; in einigen Fällen war die Ausströmung jedenfalls weit stärker, als wenn die Spitze die Richtung nach seitwärts oder unten hatte.

Wird nämlich ein Leiter mit einer Spitze an irgend einer Stelle versehen, so nimmt diese die größte Dichtigkeit an, wenn jener elektrisch wird, und es muß dann bei

sorgfältiger Anordnung ein großer Teil der Ladung unwirksam werden oder abströmen. Diese Wirkung einer Spitze wird aber bedeutend vermindert, wenn man den Leiter mit einer zweiten, dritten u. s. w., überhaupt mit einem Büschel von Spitzen an derselben Stelle versieht, indem eine einzige Spitze eine viel größere elektrische Dichte annehmen kann, als ein Spitzenbündel.

Dagegen kann aus einem Blitzableiter eine erhöhte Zierde für ein Haus werden, wenn man ihn mit einer Windfahne versieht. Jedenfalls darf dann die Stange nicht zu kurz, die Fahne nicht zu mager sein, um das Aussehen der Armseligkeit zu vermeiden. Vor allem muß sie sich leicht drehen. Es ist zu empfehlen, dieselbe aus Rotkupfer anzufertigen, weil sie dann nie rostet und keines Anstrichs bedarf. Ein besonderer Luxus ist, sie hinreichend stark vergolden zu lassen, und bildet sie dann wirklich eine weithin sichtbare Zierde des Hauses, von der freilich der Hausbewohner den geringsten Nutzen hat. Wenn eine Windfahne auf die Fangstange gesetzt wird, darf sie nicht zu leicht und muß mit einem mit Blei ausgegossenen Gegengewicht versehen sein. Im Inneren der Büchse ist ein starkes rotkupfernes Lager, welches auf dem glatt polierten Stahlstift der Fangstange läuft, um so eine ununterbrochene leitende Verbindung herzustellen. Daß auch der Hahn auf Kirchtürmen 2c. in dieser Weise angebracht und verwendet werden kann versteht sich von selbst. **Fig. 2 bis 9, Taf. II**, zeigen eine kleine Auswahl von Windfahnen.

Weniger einfach ist die Verbindung der Windfahne mit der Fangstange bei den Herren Gebr. Mittelstraß in Magdeburg. Zwei schmale kupferne Ringe, **Fig. 10, Tafel I**, ein kleiner und ein großer, sind durch 3 starke Stifte, auf denen sich durchbohrte kupferne Kugeln drehen, gegenseitig verbunden. Legt man nun diese Einrichtung auf eine feststehende kupferne Platte a an der Fangstange **Fig. 7, Taf. I**, und setzt darauf die Wetterfahne, die unten ebenfalls eine kupferne Scheibe hat, so wird sich die Fahne, indem die Kugeln im Kreise rollen, sehr leicht bewegen.

Bei längeren Fronten erscheint es zweckmäßig, die Windfahne mit einer Flaggenstange und dem Blitzableiter in Verbindung zu bringen. Bei Holzstangen erhält die Spitze einen soliden Metallknopf, **Fig. 11, Taf. I**, mit Platinspitze, der mit dem dicht an der Stange hinführenden Drahtseil in Verbindung steht. Unmittelbar über dem Dache erhält das Drahtseil eine gute Verschraubung, wodurch bei Reparatur, Anstrich 2c. die Stange ohne Beschädigung des Ableiters niedergelegt werden kann. In dieser Weise sind die Flaggenstangen auf den Türmen der neuen Elbbrücken bei Hamburg und Harburg, auf der Rheinbrücke bei Hochfeld 2c. 2c. eingerichtet. Bis zu 6 m Höhe hat man auch konische schmiedeeiserne Röhren zu Flaggenstangen, durch welche einfach das Drahtseil durchgeführt wird. Unter dem Knopf ist die Rolle mit der Leine zum Aufziehen der Flagge. Daß auch eine Windfahne auf der Flaggenstange angebracht werden kann, zeigt **Fig 20, Taf. II.**

Die Einrichtung von Mittelstraß ist etwas komplizierter. Läßt sich neben der Flaggenstange eine eiserne Stange schlecht anbringen, sagt er S. 17 seiner Broschüre, so befestigt man auf der Fahnenstange, **Fig. 12**, eine eiserne Gabel, worauf dann die Platinspitze und gleichzeitig die kupferne Verbindung aufgeschraubt werden; das Kupferseil wird dann durch Ringe oder Schrauben an der Holzstange befestigt und herabgeleitet. Häufig läßt sich noch besser ein kupferner Trichter, **Fig. 14, Taf. II**, bei Fahnenstangen auf den Knopf setzen; es ist dabei Kupfer mit Kupfer verbunden.

---

6. Die Spitze.

Es kann jetzt keine Frage mehr sein, daß ein Blitzableiter in eine Spitze endigen muß. Nur fragt es sich, wie sie anzufertigen sei, damit sie die größtmögliche Sicherheit gewähre, ohne zu schmelzen und deshalb einer Reparatur zu bedürfen.

Wenn z. B. auf einer Fangstange des Straßburger Münsters am 10. Juli 1843 durch zwei Blitzschläge, welche sich innerhalb einer Minute folgten, die Platinspitze auf 5 bis 6 mm geschmolzen wurde, so ist das nicht zu verwundern, denn sie war 8 cm lang und hatte an der Basis etwa 1 cm Dicke, war also viel zu spitz.

Es ist aber nicht entfernt nachweislich, daß jemals durch eine durch den Blitz geschmolzene Spitze, also durch das herabtröpfelnde geschmolzene Metall eine Feuersbrunst entstanden sei. Man nahm dies bei dem Lambertusturm in Düsseldorf an, der am 11. Jan. 1815 infolge eines Blitzschlags abbrannte, hatte aber keine Beweise dafür. Nach vielen Beobachtungen fließt das geschmolzene Metall an der Auffangstange herab, wie Wachs, oder es wird weit herumgeschleudert. Aber selbst dieses ist nicht zu fürchten, wenn die Spitze die richtige Gestalt hat und nicht zu spitz ist.

Nach der früheren Einrichtung war dieses jedoch der Hauptfehler, der die große Anzahl von geschmolzenen Spitzen zur Folge hatte. Um die Spitzenwirkung möglichst vollständig zu erhalten, wurden im Anfang ganz lange und dünne Spitzen angewendet.

Schon Franklin empfahl das Kupfer als Spitzenmaterial, um die metallische Oberfläche möglichst rein zu halten. In der That ist es dazu vorzüglich geeignet, wenn die Spitze daraus gut gearbeitet und dauerhaft im Feuer vergoldet oder auch von Platin ist. Es versteht sich von selbst, daß schlecht gegossene Spitzen voll Blasen und Löchern, wie sie von manchen ungeübten Gelbgießern geliefert werden, durchaus zu verwerfen sind, sie müssen aus Kupfer geschmiedet sein. Aber auch solche sind vom Blitz geschmolzen worden; dann trägt nicht das Material, sondern die Form die Veranlassung in sich und ist es gerade dieser Punkt, der viele Untersuchungen und Begutachtungen veranlaßt hat.

Die erste französische Kommission von 1823 empfahl daher schon, das übrigens durchaus verwerfliche Messingende der Auffangstange mit einer kleinen Platinnadel von 5 cm Länge zu bewaffnen, die dann durch Silberlot mit dem unteren Teil zu verbinden wäre. Damit sich dieselbe nicht ab-

trennen kann, so verstärkt man sie über der Lötstelle durch einen kleinen kupfernen Muff.

Diese Spitzen hatten einen viel zu kleinen Endwinkel und wurden trotz der schweren Schmelzbarkeit des Platins leicht durch Blitzschläge verletzt, stumpf gemacht oder ganz geschmolzen. Hat nach solchem Unfall die Leitung selbst keine Beschädigung erfahren, so ist der Blitzableiter nicht ganz nutzlos gewesen, aber er hat auch alle die Vorteile verloren, die man ihm durch eine sehr scharfe Spitze zu verleihen bemüht war. Ein so beschädigter Apparat bleibt noch immer ganz tauglich, neue Blitzschläge aufzufangen und um sich herum in einem gewissen Kreise Schutz zu gewähren, aber er ist untauglich geworden, irgend eine verhütende Thätigkeit auszuüben, weil die Spitze der Stange nur noch aus einer unförmlichen Masse besteht, die mit einer dicken Oxydschicht überzogen ist.

Die Kommission von 1854 gibt daher den Rat, den Winkel an der Spitze nicht so spitz zu machen, als es bis dahin gewöhnlich geschah. Das obere Ende des Eisens darf nicht unter 2 cm Stärke haben; man feilt dasselbe auf 1 cm Höhe bis auf 1 cm Stärke ab und schneidet in diesem Cylinder ein Schraubengewinde. Auf die freistehende Schraube setzt man einen Kegel aus Platin von 2 cm Durchmesser an der Basis und 4 cm Höhe, so daß dessen Winkel an der Spitze also 28 bis 30^0 beträgt. Dieser Platinkegel, welcher ursprünglich voll ist, wird ausgehöhlt und mit einem Muttergewinde für die Schraube versehen. Dann wird er mit dem Eisen sorgfältig durch Schweißung verbunden, um ein ununterbrochenes Ganze ohne leere Räume herzustellen.

Der Kommission von 1855 war unterdes eine andere Spitze zur Begutachtung vorgelegt worden, die sich dem Aussehen nach von der vorigen gar nicht unterschied, aber viel billiger war, weil nur eine kegelförmige Platinkapsel auf die konische Eisenspitze der Stange aufgelötet worden war. „Wir sind der Meinung", bemerkt sie, „daß diese zweite Einrichtung für den Gebrauch der ersteren in keiner Weise nachstehe, nur muß sie dann von einem geschickten Arbeiter ausgeführt worden sein".

Bei dem sehr hohen Preis des Platins aber und bei den durch seine schwierige Bearbeitung noch wesentlich erhöhten Kosten konnte die letztgenannte Kommission voraussehen, daß diese Spitzen ihren Weg in das wirkliche Leben nur schwer oder gar nicht finden würden. Sie schlug daher vor, auf das Ende der eisernen Stange einen kupfernen Cylinder durch Schraube und Lot fest aufzusetzen und diesen in einen Kegel ausgehen zu lassen, bei dem sich Basisdurchmesser zur Höhe wie 2 : 3 verhält. Fig. 15, Taf. II, im Durchschnitt. Sie meint, eine solche Kupferspitze sei fast mit demselben Vertrauen anzuwenden, wie eine von Platin, denn das Kupfer gehöre mit Gold und Silber zu den besten Leitern der Wärme und Elektrizität; die Spitze des Kegels werde sich also weit weniger erhitzen, als diejenige des Platinkegels unter dem Einfluß elektrischer Ströme und selbst der Blitzschläge.

Die französische Kommission von 1866 fand gleichzeitig nicht für nötig, die Kupferspitzen in irgend einer Weise gegen Oxydation zu schützen. Bei uns in Deutschland ist es vielfach üblich, sie kräftig feuervergolden zu lassen, oder sie mit einer aufgelöteten spitzen Platinhaube zu versehen.

Sacré bemerkt bei einer Zusammenstellung der Erfahrungssätze bei Herstellung von Blitzableitern über die Spitze: „Diese soll aus Kupfer mit aufgeschweißtem Platinaufsatz sein. Dieser soll 40 mm Höhe und 16 mm Durchmesser an der Basis haben. Die französische Kommission von 1855 mit dem Berichterstatter Pouillet schlug 20 mm Basisdurchmesser vor. Die eiserne Auffangstange erhält 18 mm Durchmesser, also etwas mehr, als die Spitze, weil das Eisen weniger gut leitet. Die Verbindung der Kupferspitze geschieht durch einen kupfernen Muff, Fig. 22, Taf. II, von 60 mm Länge, in welchen Muttergewinde, aber von der Mitte aus in verschiedener Richtung, geschnitten sind. In das eine paßt genau das Schraubenende der Spitze, in das andere das der Stange; bei scharfem Anziehen müssen sich die Endflächen beider genau berühren. In gleicher Weise sollen auch alle anderen Verbindungen ausgeführt werden.

Spitzen, die nicht wirklich spitz, sondern abgerundet sind, müssen durchaus verworfen werden.

Es ist auch vorgeschlagen worden, die Spitze, statt von Platin oder vergoldetem Kupfer, von verzinktem Eisen zu machen. Es wäre dazu nur nötig, das blanke spitz zugefeilte Ende der Auffangstange mit einer Auflösung von Zink in Salzsäure zu bestreichen und dann in einen Tiegel mit geschmolzenem Zink zu stecken. Es werden dadurch allerdings die Kosten geringer. Die Ersparnis ist im Verhältnis zur Gesamtausgabe jedoch so gering; um die dauernde Sicherheit, welche eine gut vergoldete oder Platinspitze gewährt, durch eine in ihrer Dauer sehr zweifelhafte Sicherheit zu ersetzen.

Auch die schweizerische Kommission begnügte sich mit einer verzinkten Eisenspitze, oder auch mit einer aufgeschraubten vergoldeten oder vernickelten Kupferspitze; jedenfalls muß sie dick, kegel- oder pyramidenförmig und nicht zu spitzwinkelig sein. „Man kann auch die Eisenstange selbst zuspitzen lassen und 30 cm von ihrem äußersten Ende 3 bis 5 Eisenspitzen von ungefähr 20 cm Länge annieten lassen, welche von der mittleren Stange auslaufen; die so gebildete sternförmige Spitze wird sehr stark verzinkt."

Kuhn, indem er von dem unumstößlichen Satz ausgeht, daß die Spitze aus einem Material bestehen soll, welches die möglichst größte Leitungsfähigkeit besitzt, den atmosphärischen Einwirkungen widersteht, sowie einen hohen Schmelzpunkt hat, kommt zu dem Ergebnis, daß nur chemisch reines Silber ein vollkommen geeignetes Spitzenmaterial abgibt. Für die Verwendung des Silbers bringt er die folgenden gewichtigen Gründe: Das Leitungsvermögen desselben für Entladungsströme ist beiläufig:

1,36 mal so groß wie das des reinen Kupfers,
1,81 „ „ „ „ „ Goldes,
7,7 „ „ „ „ „ Eisens,
9,6 „ „ „ „ „ Platins.

Der Schmelzpunkt des Silbers ist etwa 1000° C., also im Falle man denselben für den vorliegenden Zweck

in Betrachtung ziehen will, jedenfalls hoch genug, um eine Veränderung der Kohäsion durch Einfluß der Wärme nicht befürchten zu müssen, wenn die Leitungsfähigkeit der Spitze selbst ausreichend ist. Die Unveränderlichkeit unter dem Einfluß der Atmosphäre ist ohnehin eine charakteristische Eigenschaft des Silbers, und es würden höchstens derartige Aenderungen nur dann eintreten können, wenn das Silber einer Atmosphäre ausgesetzt wird, welche luftförmige oder flüssige Schwefelverbindungen enthält, was allerdings in der Nähe von Schornsteinen sehr oft oder fast immer der Fall ist, und dabei brauchen sie noch nicht einmal Fabrikschornsteine zu sein. Außerdem ist bei gleichem Gewichte der Preis des Silbers nur etwa der vierte oder fünfte Teil von dem des Platins, und es mögen die Kosten einer Silberspitze kaum so viel wie die einer vergoldeten Kupferspitze betragen; ferner läßt sich das Silber sehr leicht bearbeiten und mit anderen Metallen durch Löten verbinden. Eine solche Silberspitze würde, wenn ihre Basis einen Durchmesser von 19 bis 20 mm erhält, etwa 2,4 mal (siehe **Fig. 16, Taf. II**) länger gemacht werden dürfen, als eine Platinspitze, ohne daß die Kosten dabei sich höher herausstellen, wie für die aus Platin, während ihre Wirksamkeit hierdurch erhöht werden könnte. Man kann es daher vorläufig als ausgemacht ansehen, daß, so lange ein anderes Metall oder eine Metalllegierung, die jene Eigenschaften in noch höherem Grade besitzen, wie das Silber, nicht angegeben werden können, dieses Metall für den vorliegenden Zweck am geeignetsten sein dürfte.

Wir haben diese ganze Stelle absichtlich wiedergegeben, nicht nur weil jeder Theoretiker und Praktiker mit den darin entwickelten Ansichten vollkommen übereinstimmen muß, sondern auch, weil die vortreffliche Arbeit von **Kuhn** über Blitzableiter in den Kreisen der Praktiker noch zu wenig bekannt geworden ist. So kommt es auch, daß bis jetzt die Silberspitzen noch wenig in die Praxis gedrungen sind, was wahrscheinlich daher rührt, daß im Handel fast nur die üblichen Legierungen von Silber und Kupfer vorkommen.

In den wenigen Fällen aber, wo Silberspitzen vom Blitz getroffen wurden, hat es sich gezeigt, daß gerade diese am leichtesten zu unförmlichen Massen schmolzen.

Man hat in neuester Zeit viel Reklame für Nickelspitzen gemacht. Wenn auch ihre Schwerschmelzbarkeit der Theorie nach zugegeben werden kann, so ist es doch kaum fraglich, daß sie sich in der Praxis nicht bewähren werden. Nickel wird an der Luft rasch schwarz, jedenfalls sind noch keine Erfahrungen darüber gesammelt, wie sich Nickelspitzen auf die Dauer bewähren. Wer nur der Billigkeit nachgeht, kann ja Versuche darüber anstellen, doch ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß dieselben recht teuer sein können.

Wir müssen hier die weitere Entwickelung der Form der Spitze, wie sie im Laufe der Zeit umgeändert wurde, übergehen, weil diese Betrachtungen keine praktische Bedeutung haben. Bleiben wir bei der jetzt üblichen Form der Spitzen, wie sie in der Praxis sich ausgebildet hat, weil sie sich gerade in der Praxis auch am besten und sichersten bewährten.

Eine richtig gebaute Spitze muß in der Mitte zwischen Stopfnadel und Löschtrichter halten; die letztere Form hatten die verschiedenen Kommissionen der Pariser Akademie (1854, 1855 u. a.) gewählt. Jetzt sind die Spitzen viel schlanker und spitzer, ohne aber nadelartig zu werden.

Dieselben müssen gut feuervergoldet sein oder besser, sie müssen mit einer Platinspitze verstärkt werden. Wird eine massive Platinspitze mit breiter Basis aufgesetzt, so steigt natürlich der Preis sehr wesentlich. Um dies zu vermeiden, werden oft nur Platinhütchen auf die Kupferspitze aufgeschweißt; aber bei den jetzt leider üblichen Submissionen werden diese Spitzen oft, um billig liefern zu können, so dünn uud klein und dabei so liederlich gearbeitet, daß von Festigkeit und Dauer keine Rede mehr sein kann. Daher finden sich im Handel vielfach noch durchaus verwerfliche Platinspitzen, die auch Verwendung finden, da kein Baumeister die Spitze revidiert. Auf diesen sehr wunden Punkt ist die Aufmerksamkeit der Arbeitgeber und Bauführer ganz besonders zu lenken. Es sollten in allen Submissionsbedin-

gungen auch genau die Maße der einzelnen Teile der Spitzen angegeben werden, nicht minder aber die Art der Verbindungen und besonders auch der Erdleitung. Es genügt durchaus nicht, daß nur die Länge der Leitung und ihr Durchmesser nachgemessen wird.

Bei den Platinspitzen, die nicht zu dünn und mit dem Kupferkegel absolut sicher leitend verbunden sind, ist die Schmelzung immer am kleinsten, so daß häufig gar keine Nachbesserung nötig ist oder nur ein wenig zugespitzt werden muß, während die Schmelzungen bei Eisen, Kupfer oder Silber stets eine größere unförmliche Masse bilden. Die Hauptsache aber besteht darin, daß die Platinspitzen glatt und ohne Oxyd bleiben und selbst die Schmelze immer blank ist, während selbst die best feuervergoldeten Kupferspitzen nach einem Blitzschlag mit schwarzem Kupferoxyd bedeckt sind.

Sehr gut haben sich auf den ausgedehnten Bauwerken der linksrheinischen Bahn die auf den Kupferkegel aufgeschraubten massiven Platinspitzen (**Fig. 19**) bewährt. Dieselben haben bei 4 mm Durchmesser 25 mm Höhe und laufen in einen spitzen Kegel von 8 mm Höhe aus. Dieser Stift ist mit einem feingängigen Gewinde 5 mm tief in die Spitze des Kupferkegels eingeschraubt.

Auch auf den Fangstangen des Kölner Doms sind solche massive Platinspitzen von 6 cm Länge aufgeschraubt. Auf dem Südturm wurden schon zweimal (1884 und 1885) und am Nordturm einmal (1884) kleine Schmelzungen gefunden, aber alle waren schön glatt und blank.

Gebr. Mittelstraß in Magdeburg verwenden die in **Fig. 23, Taf. III**, in halber natürlicher Größe und in **Fig. 31** in ihrer Verbindung mit der eisernen Stange abgebildeten Spitze. Der obere Teil a — b nebst der 3 cm breiten Mutterschraube ist ganz von Kupfer; c ist die massive eiserne Auffangstange und d die kupferne Verschraubung, in welche das Kupferseil oder der Kupferdraht eingelötet ist. Die oberste Spitze ist mit einer Platinhülse von 25 mm Höhe und 9 mm Basisdurchmesser fest verlötet.

Die Spitze von Felten und Guilleaume (**Fig. 21** in halber natürlicher Größe) die auf die röhrenförmige und

vom Kupferkabel durchzogene Stange (Fig. 13, Taf. II) aufgeschraubt wird, ist von Kupfer und feuervergoldet.

Außerordentlich praktisch und dauernd sicher ist die Verbindung der Kupferspitze mit dem Kabel bei K. Stohr in Gießen. Letzteres durchzieht auch die hohle Fangstange, die an ihrem oberen Ende ein Muttergewinde hat, in welches die Schraube der Kupferspitze genau paßt. Diese trägt soviel Vertikaleinschnitte, als das Kabel einzelne Drähte enthält, das Ende des Kabels wird aufgedreht, jeder Draht in einen Einschnitt der Schraube gelegt und damit fest verlötet. Dann wird die Spitze aufgeschraubt.

Die englische Kommission sucht, ähnlich wie Melsens, das rasche und ruhige Ausströmen der Elektrizität durch feine Spitzen mit Sicherung gegen Schmelzung dadurch zu erreichen, daß sie ein Spitzenbündel (Fig. 24) anwendet. Die Hauptspitze in der Mitte ist ein Kegel, dessen Höhe dem Halbmesser seiner Grundfläche gleich ist, dann aber ist etwa 30 cm tiefer ein kupferner Ring auf der Fangstange angebracht, in welchem man drei oder vier schlank geformte Kupferspitzen befestigt, um der wünschenswerten ruhigen Entladung der atmosphärischen Elektrizität Rechnung zu tragen. Diese Kupferspitzen sollen etwa 15 cm lang, unten 6 bis 7 mm dick sein und in eine nadelscharfe Spitze auslaufen, auch durch Vergoldung oder dergl. vor Oxydation geschützt werden. Nach diesen Angaben werden solche Spitzen von Felten und Guilleaume angefertigt.

Die unter andern von der General-Inspektion des Ingenieurkorps und der Festungen zu Berlin vorgeschlagene Form der Blitzableiterspitze ist in Fig. 17, Taf. II, in halber natürlicher Größe dargestellt. Die Spitze ist ganz von Kupfer und am oberen Teile stark im Feuer vergoldet. Das obere Ende des verzinkten Eisenseils ist in eine kupferne Hülse eingelötet und das Ganze dann an die Spitze fest angeschraubt.

Durch Umwickeln und Verlöten von Kupferdrähten oder noch besser mittels kupferner Klammern, Fig. 26, wird die Spitze und das Seil nun an die oben abgerundete massive eiserne Auffangstange befestigt.

H. Berghausen in Köln, der in jedem Jahre ungefähr tausend Spitzen verbraucht, also nicht nur eine langjährige, sondern auch sehr reiche Erfahrung besitzt, hat nach und nach wohl zehnerlei verschiedene Spitzen angewendet, benutzt aber in neuerer Zeit nur noch die in **Fig. 18, Tafel II**, in natürlicher Größe skizzierte Spitze, weil sie nach seiner Erfahrung die beste ist. Das Kupferdrahtseil steht über das obere Ende der röhrenförmigen Fangstange hervor und wird mit dieser bei E verlötet. Dann wird die hohle kupferne Spitze B fest auf das aufgedrehte Drahtseilende aufgeschraubt bis zur vollen metallischen Berührung mit der Fangstange; es darf also das hervorragende Ende des Drahtseils weder zu lang noch zu kurz sein. Die Verbindungsstelle bei E wird durch einen aufgeschraubten Muff G überdeckt und bei F nochmals verlötet. Auf das obere Ende der Kupferspitze wird eine Platinspitze A metallisch eingelassen und mit Silber aufgelötet. Auf diese Weise entsteht eine wenigstens doppelte metallische Verbindung der Spitze mit Stange und Ableiter und die Praxis hat gezeigt, daß Schmelzungen bei Blitzschlag nur sehr selten in stärkerem Maß vorkommen. Oder er wendet den erwähnten Platinstift **Fig. 19** an.

---

7. Die Befestigung der Auffangstange.

In dieser Beziehung kommt es sehr darauf an, welche Länge, also welches Gewicht sie hat, und auf die Konstruktionsteile des Dachstuhls an der Befestigungsstelle. Die Stange muß nicht nur fest, es muß auch ihre senkrechte Stellung gesichert sein.

Zur Befestigung der Auffangstange eignen sich besonders Pfosten, Hängsäulen und Firstpfetten, aber nicht Dachsparren ohne Firstpfette; man vermeide es dabei jedoch möglichst, die Stange weit in das Innere des Gebäudes hereintreten zu lassen und ordne lieber mehrere kurze Auffangstangen an, als eine sehr hohe und starke, die eine weit

in das Innere reichende Befestigung nötig macht. Doch können die Auffangstangen in verschiedener Weise an dem Dachstuhl befestigt werden. Sind sie eckig, was jedoch, wie erwähnt, verwerflich ist, so wird das untere Ende auf etwa 45 cm aufgehauen und die beiden Teile mit Nägeln auf den Giebelbalken befestigt. **(Fig. 32, Taf. III.)** Oder es werden an das Ende der Stange auf beiden Seiten besondere Bänder angenietet oder angeschraubt und diese dann festgenagelt. **(Fig. 37, Taf. IV.)**

Aehnlich ist die Befestigung auf einem Pfosten oder einer Helmstange oder einem Mast, **Fig. 28, Taf. III.** Oder an die Auffangstange werden pyramidal zusammenlaufende Stützen geschweißt und diese entweder festgeschraubt, oder durch umgelegte Ringe und durch Schraubenbolzen festgehalten, **Fig. 35, Taf. IV.**

Ist die Stange rund, so wendet Mittelstraß die in **Fig. 26, 27, 29, 30, Taf. III**, dargestellten Methoden der Befestigung an.

Kurze Auffangstangen und solche, die auf eisernen Dachkonstruktionen zu befestigen sind, können am einfachsten festgeschraubt werden, indem man ihr Ende selbst in eine Schraube ausgehen läßt. Längere Stangen erhalten jedoch auf diese Weise nicht die nötige Festigkeit.

Ist die Fangstange wie jetzt gewöhnlich ein schmiedeeisernes Rohr, durch welches das Leitungsseil gezogen ist, so ist deren Befestigung leicht und rasch auszuführen. Nach der Methode von H. Berghausen wird das Ankereisen a in **Fig. 36, Taf. IV**, von innen gegen die Sparren benagelt, außerdem 2 Winkeleisen mit dem unteren Schenkel von außen vollkommen auf die Sparren befestigt und zwischen die drei emporragenden Schenkel das Auffangrohr mit dem Seil geklemmt und durch Antreiben des Ringes c und Anziehen der Schraube d unten vollkommen festgehalten. Ein zweiter Ring e mit Schraube sorgt für die obere Befestigung, die natürlich erst nach vollkommen senkrechter Stellung der Stange stattfinden darf. Durch einen einfachen oder mehr oder weniger verzierten Zinkmantel, dessen oberstes Ende g wieder durch einen aufgetriebenen und geschraub-

ten Ring um die Stange festgehalten wird, kann dann die Befestigung verdeckt werden. An einer Stelle wird derselbe vom Drahtseil h durchbrochen oder dieses geht unter demselben her. Dem Zinkmantel können verschiedene Formen gegeben werden, **Fig. 1** bis **4, Taf. I**, und die aus gebogenen Bleiröhren angelöteten Verzierungen, **Fig. 2, 3, 4**, machen sich sehr gefällig und sind vollkommen dauerhaft. Ganz besonders wichtig aber ist, daß alle Stellen derart schließen, daß kein Regenwasser zu den Holzteilen des Daches gelangen kann.

---

8. Der Schutzkreis.

Von Anfang an wurde die Frage aufgeworfen: „In welchem Umkreis schützt ein Blitzableiter?“ So lange der Franklinsche Apparat im Gebrauch ist, suchte man durch Theorie und Praxis eine Antwort auf diese Frage zu erlangen, leider ist diese aber noch bis zur Stunde nicht mit Gewißheit gefunden.

Aeltere Beobachtungen schienen festgestellt zu haben, daß Blitzschläge Teile von Gebäuden trafen, welche von der Auffangstange drei- bis viermal so weit entfernt waren, als sich diese über ihre Oberfläche erhob. Dagegen galt später etwa vom Ende des vorigen Jahrhunderts an die Annahme, daß durch einen Blitzableiter eine kreisförmige Fläche geschützt werde, deren Halbmesser doppelt so groß ist, als seine Höhe beträgt. Die Abteilung der französischen Akademie für Physik, 1823 vom Kriegsministerium darum befragt, behielt diese sogenannte Charlessche Regel als richtig bei, jedoch ohne besondere Gründe dafür anzuführen. In der dadurch hervorgerufenen Instruktion über die Blitzableiter wird deshalb angegeben, daß ein Gebäude von 20 m Länge oder Quadratinhalt nur eine einzige Stange von fünf bis sechs Meter bedürfe, um gegen den Blitz geschützt zu werden, wenn sie auf der Mitte des Daches errichtet wird. Für ein Gebäude von 40 m Länge verlangt

sie eine Stange von 10 m oder zweckmäßiger zwei von fünf bis sechs Meter und diese seien so anzubringen, daß der Raum um sie herum von allen Teilen auf gleiche Weise geschützt ist, am besten also, wenn jede Stange 10 m vom Langende des Daches und beide 20 m voneinander entfernt sind.

In den von der Kommission angeführten Beispielen müßten nach der angegebenen Regel Stangen von 5 m Höhe genügen, sie empfiehlt aber fünf bis sechs Meter hohe Stangen und ist klar, daß dies nur ist, weil sie selbst einigen Zweifel in die von ihr angenommene Regel setzt. Noch klarer aber wird dieser Zweifel aus einer anderen Stelle derselben Instruktion, wo von dem Schutz der Kirchtürme durch Blitzableiter die Rede ist. Sie nimmt da an, daß diese nur einen Umkreis schützen, dessen Durchmesser gleich der einfachen Höhe derselben über der Dachfirst ist, daß wenn sich also z. B. ein Glockenturm 30 m über den Giebel der Kirche erhebt, sich für diese Giebel der Halbmesser des geschützten Kreises nicht auf 60, sondern nur auf 30 m beschränkt. Die neuere französische Kommission von 1854 sagt bei Erwähnung dieser widersprechenden Ansichten:

„Wir müssen noch bemerken, daß diese Regeln, wenn sie auch schon seit langer Zeit in Anwendung gebracht worden, auf Grundlagen beruhen, bei welchen viel Willkürliches mit untergelaufen ist; und wenn wir diese Bemerkung machen, so geschieht es nicht, um sie ganz zu verwerfen, sondern bloß um zu verhindern, daß man ihnen nicht einen Wert beimesse, von dessen Besitze sie weit entfernt sind; denn könnte sonst nicht leicht der Fall eintreten, daß man von Zeit zu Zeit sie als eine Ueberlieferung annähme, ihnen Vertrauen schenkte und sich ganz entbunden glaubte, sie irgend einer Kontrolle zu unterwerfen, wobei man es dann vernachlässigte, über diesen Punkt Beobachtungen anzustellen, wozu sich Gelegenheit darbieten könnte und welche der Wissenschaft Dokumente liefern würden, die ihr bis jetzt gänzlich fehlen?

„Nur unter diesen Beschränkungen und aus Mangel an hinlänglich zahlreichen und sichern Angaben nehmen wir

diese Regeln über die Größe des Kreises an, den ein Blitzableiter um sich herum schützt. Wir fügen noch außerdem für diejenigen, welche darauf bezügliche Thatsachen beobachten können, hinzu, daß diese Regeln nicht als allgemein und absolut gelten können; daß sie von einer Menge von Umständen abhängen und ganz besonders von den Materialien, welche zu dem Gebäude verwendet worden sind. Wir sind z. B. der Meinung, daß der beschützte Kreis nicht so groß sein könne bei einem Gebäude, dessen Dächer oder Giebel aus Metall sind, als wie bei einem Gebäude, welches in seinen obersten Teilen nur Holz, Ziegeln oder Schiefer enthält. In diesem letzteren Falle würde allerdings der wirksame Teil der Gewitterwolke, obgleich ansehnlich entfernter vom Blitzableiter, als vom Dache, dennoch auf den Blitzableiter eine stärkere Wirkung ausüben, während im ersten Falle diese beiden Wirkungen für eine gleiche Entfernung ziemlich einander gleich sein würden."

Trotzdem hat sich die alte und veraltete Charlessche Regel bis auf unsere Tage vererbt. Beispiele, wo in der Nähe eines Blitzableiters ein Haufen Sägespäne oder dergl. durch den Blitz entzündet wurde und wo nun durch genaue Abmessungen der Entfernungen ein Schluß auf die Größe des Schutzkreises gezogen wird, sind deshalb unzuverlässig, weil wir gar keine Gewähr haben dafür, daß der Blitzableiter überhaupt was tauchte. Ebenso verhält es sich mit dem bekannten Blitzschlag in das Pulvermagazin von Purfleet bei London im Jahre 1777; Franklin selbst nebst den ausgezeichnetsten Physikern Englands hatten den Blitzableiter angeordnet und anbringen lassen. Der Blitz traf eine eiserne Klammer zwischen zwei Steinplatten des Kamines, die 8 m unterhalb der Spitze des Blitzableiters war. Dieser selbst hatte eine Höhe von 3,3 m und die horizontale Entfernung zwischen der senkrechten Verlängerung desselben von der getroffenen Klammer betrug 7 m.

Nach der angeführten Charlesschen Regel hätte der Blitzableiter einen Schutzkreis von 14 m Halbmesser haben müssen, blieb aber weit dahinter zurück.

Wir sind daher genötigt, die gegebene Regel zu modifizieren, denn offenbar ist es durchaus nicht einerlei, ob wir die Entfernung der Auffangspitze vom Fußboden annehmen, zur Bestimmung des Schutzhalbmessers, oder nur ihre Höhe über dem Befestigungspunkt auf der nächsten Dachfirst.

Das Landesdirektorat der Provinz Schleswig-Holstein, die ja bekanntlich besonders von Gewittern heimgesucht wird, hat Normativbestimmungen für die Anlage von Blitzableitern aufgestellt und zur Beachtung empfohlen. Ueber den Schutzkreis ist das Folgende gesagt:

„Man denke sich von der Spitze des Blitzableiters nach allen Seiten schräg herunterlaufend gerade Linien gezogen, die alle mit der Auffangstange einen Winkel von 45^0 ($^1/_2$ R.) machen. Von allen innerhalb des so markierten kegelförmigen Raumes sagt man, daß sie im Schutzkreis der Spitze ständen. Wählt man statt des Winkels von 45^0 einen größeren von 63^0, so wird der kegelförmige Raum stumpfer werden und noch mehr Stellen des Gebäudes in sich fassen. Es sollen diese Schutzkreise als der einfache und der doppelte oder als die Schutzkreise von 45^0 und von 63^0 bezeichnet werden.

Ob ein Punkt innerhalb des Schutzkreises einer Spitze liegt, kann man sich auch auf folgende Weise klar machen. Man denke sich die Auffangstange senkrecht nach unten verlängert und stelle sich vor, daß diese verlängerte Stange genau in derselben Höhe, in welcher der fragliche Punkt liegt, umgeklappt werde. Wenn dann die Spitze gerade auf den Punkt fiele, so würde derselbe an der Grenze des einfachen Schutzkreises liegen. Würde aber der fragliche Punkt doppelt so weit liegen, als die Länge des umgeklappten Stückes der verlängerten Auffangstange beträgt, so würde er an der Grenze des doppelten Schutzkreises liegen."

Wenn sich auch aus den über Elektrizität bekannten Gesetzen die Lehre vom Schutzkreis keineswegs begründen läßt, so ist sie doch der Erfahrung angepaßt und dem Gelehrten wie dem Praktiker bleibt es überlassen, entweder den einfachen oder den doppelten Schutzkreis oder einen zwischenliegenden bei seinen Plänen und Entwürfen festzuhalten,

daher auch die verschiedenen Angaben, die sich sowohl in gelehrten Gutachten, wie in den Angaben der praktischen Techniker finden. Während Dr. Holtz dabei durchweg nur den einfachen Schutzkreis berücksichtigt, kommt bei den Gebr. Mittelstraß nur der doppelte Schutzkreis in Betracht. richtiger scheint zu sein, sich je nach den Umständen bald dem einen, dann dem anderen zuzuwenden. Bei einfacheren Gebäuden genügt es, für die Fangstange den doppelten Schutzkreis zu berücksichtigen, bei Gebäuden aber mit besonders dem Blitz ausgesetzter Lage oder bei solchen, die hohe und steile Flügel oder Giebel haben, ist für die Endpunkte ein kleinerer bis zum einfachen Schutzkreis zu berücksichtigen. Eine Wirkungssphäre oder einen sogenannten Schutzkreis, den ein einziger Blitzableiter mit hoher Auffangstange für andere Objekte der nächsten Umgebung nach der größtenteils noch herrschenden Ansicht darbieten soll, gibt es in dem Sinne, wie man ihn gewöhnlich annimmt, gar nicht.

---

9. Die Anzahl der Auffangstangen.

Nach der eben angeführten Regel scheint die Anzahl der Auffangstangen von einer bestimmten Größe unter Berücksichtigung der Umstände sich von selbst zu ergeben. Aber gerade weil diese Regel keine wissenschaftliche Grundlage hat und weil wir bis jetzt auch nicht im stande sind, überhaupt darüber etwas mit absoluter Sicherheit zu behaupten, so ist es auch ungemein schwierig oder eigentlich geradezu unmöglich, eine allgemeine Regel anzugeben, nach welcher sich die Anzahl der Auffangstangen bemißt. Es kommt dabei immer noch auf eine Menge von Besonderheiten an, die sich nicht unter einen allgemeinen Gesichtspunkt fassen lassen. Immerhin möchte trotzdem zu empfehlen sein, die Aengstlichkeit und Vorsichl nicht zu übertreiben und eine zu große Anzahl Blitzabteiter anzubringen. Weit wichtiger als diese ist die richtige Anlage, die vollkommene Leitung und die sichere Ueberführung in den Boden.

Was die notwendige Anzahl der Auffangstangen anlangt, so kommt dabei vor allem die Länge des Gebäudes in Betracht.

Man verteilt auf dem Dache eine gewisse Anzahl von Auffangstangen und gibt jeder eine solche Länge, daß jeder Punkt des Daches innerhalb des großen Schutzkreises liegt. Aber gerade die Länge der Fangstange ist praktisch beschränkt (s. S. 37) und dadurch wird die Frage nach der Anzahl derselben vereinfacht.

Liegen weiter keine besonderen bestimmenden Gründe vor, als da sind vorspringende Fassaden, Verzierungen, Gesimse, Schornsteine, Dachlaternen, Windfahnen ꝛc. ꝛc., so wird man die Anzahl und Größe so wählen, wie es für die praktische Ausführung am zweckmäßigsten erscheint. Haben wir ein Haus von 20 m Länge, so genügt eine einzige Auffangstange von 5 m Länge, oder statt dieser können zwei von 2,5 m Länge in 10 m Entfernung voneinander und je 5 m von den Enden des Daches angebracht werden u. s. f. Doch ist dabei zu berücksichtigen, was S. 37 über die Länge der Stangen im allgemeinen bemerkt wurde. Jedenfalls ist es besser, eine Stange zu viel, als eine zu wenig anzubringen, auch die Eckstangen möglichst dicht an oder auf die Giebelmauern zu setzen.

Doch kommt in betreff der Anzahl der Auffangstangen außer der schon vorhin besprochenen Frage über die Schutzkreise, noch eine ganze Reihe von Punkten in Betracht, die Größe und Bauart des Gebäudes, die Leitungsfähigkeit des Materials, die Beschaffenheit des Bodens ꝛc.

Die meisten Gewitter bei uns in Deutschland kommen an den meisten Orten aus Westen oder Südwesten; an einzelnen Orten finden sich aber auch durch besondere lokale Umstände veranlaßt, Abweichungen von der Regel. Ist eine Hausfassade dem hauptsächlichsten Gewitterzuge ausgesetzt, so ist ein wirksamerer Schutz durch eine größere Anzahl von Auffangstangen und Leitungen nötig.

Nehmen wir ein Gebäude mit seiner Fassade von Nordwest nach Südost, so bringen wir, **Fig. 38, Taf. IV**, eine Auffangstange A auf dem westlichen Dachgiebel an und ver-

sehen sie mit einer Hauptleitung B; erstere muß mindestens so hoch sein, daß die Dachecken in Nord und West höchstens doppelt soweit entfernt sind. Empfehlenswert ist, eine weitere Auffangstange bei C anzubringen und mit A zu verbinden. Auf dem Mittelteil des Gebäudes ist eine Stange bei D nötig und muß dieselbe eine solche Länge haben, daß das ganze Dach innerhalb des Sicherheitskreises liegt. Auf dem S.O.-Flügel wird entweder die Anordnung wie auf der entgegengesetzten Seite oder besser, aber weniger gleichmäßig, eine Auffangstange von entsprechender Größe auf der Mitte bei E errichtet. Die Leitung der mittelsten Fangstange D steht mit der des linken Flügels, die des rechten Flügels mit der von F in Verbindung; ist das Gebäude nicht zu groß, so genügt eine einzige Ableitung, die mit den verschiedenen Fangstangen in Verbindung steht, sonst kann noch eine zweite bei G angebracht werden.

Doch warnt Kuhn bei dieser Gelegenheit mit Recht vor übergroßer und nicht selten lächerlicher Aengstlichkeit, denn „mit wie vielen Blitzableitern müßte man denn z. B. ein großes Kriegsschiff ausrüsten, um dasselbe gegen Blitzschlag zu sichern, da doch die Gefahr des Einschlagens an Objekten, die auf der offenen See sich befinden, weit wahrscheinlicher ist, als in den meisten bei unseren Bauwerken auf festem Lande vorkommenden Fällen? . . . Man hat vielmehr bei der Anlegung der Blitzableiter das größte Gewicht auf deren richtige Anordnung und Konstruktion zu legen und jede unnötige Vermehrung ihrer Zahl, wo es die Vorsicht nicht ausdrücklich gebietet, zu vermeiden".

Das Material, aus welchem ein Gebäude hauptsächlich besteht, ist von entschiedenstem Einfluß auf die Wirkung eines Blitzableiters. Wir haben gesehen, daß in guten Leitern der Elektrizität die Gewitterwolke verteilend einwirkt. Es wird demnach ein Gebäude aus Stein und Holz nur gering von einer elektrischen Wolke beeinflußt werden und diese ihre Hauptwirkung auf den Blitzableiter ausüben. „Es möchte also nicht geraten sein", sagt Kuhn mit Recht, „in derartigen Fällen die Vorsicht soweit zu treiben, daß man,

wie es bei fast allen unseren Bauwerken aus der neueren Zeit noch geschehen ist, ein Gebäude, um es gegen Beschädigungen durch den Blitz zu sichern, mit ganzen Netzen von Blitzableitern ꝛc. umgibt, wo zuweilen eine ganz geringe Zahl von Ableitern ausreichend gewesen wäre."

Sobald jedoch größere Metallmassen wesentliche Bestandteile eines Gebäudes ausmachen, wird eine Gewitterwolke auf dieses in weit stärkerer Weise verteilend einwirken, als wenn es nur aus Stein und Holz erbaut ist. Je größer die Menge des Metalls ist, desto stärker wird auch die Elektrizitätsmenge sein, welche die Vereinigung mit der entgegengesetzten Wolkenelektrizität anstrebt, und um so mehr muß die Anzahl der Auffangstangen vermehrt werden. Sind die einzelnen Metallteile untereinander leitend verbunden, so kann das ganze Gebäude oder wenigstens einzelne Teile in die Leitung eingeschaltet werden.

Auf großen Metalldächern, wie man sie jetzt häufig aus Zink oder verzinktem Eisen mit unterliegenden Eisenkonstruktionen anfertigt, sind weniger und nicht so hohe Fangstangen nötig, um so mehr aber ist auf die gute Verbindung der Dachteile mit der Leitung zu sehen. Dabei aber darf nicht vergessen werden, daß durch direkte Verbindung des Kupferkabels oder der kupfernen Leitung mit dem Zink ein galvanischer Strom entsteht, durch welchen sehr bald die Zinkbleche zerstört werden. Man wende daher beim Auflöten geringes Lötzinn aus halb Blei und halb Zinn an, welches man reichlich umfließen läßt. Aus Unkenntnis wird dieses einfache Verfahren meist nicht angewandt und so großer Schaden verursacht.

Bei einer früheren Gelegenheit (S. 12) wurde gezeigt, daß bestimmte Gegenden den Blitzschlägen besonders ausgesetzt sind, entweder weil sie über ausgedehnten Wassermassen sich befinden oder zufällig auf mächtigen Erzlagern ruhen. In diesem Falle ist jedenfalls eine besondere Vorsicht nötig und weniger die Anzahl der Auffangstangen zu vermehren, als die Stärke und Anzahl der Leitungen und besondere Sorgfalt auf die Bodenleitung zu verwenden.

10. Die Anlage der Leitung.

Von der Auffangstange aus geht, wenn das Gebäude nicht turmartig ist, über die Länge der First eine besondere Leitung.

Ist ein Gebäude mit vorspringenden Giebeln versehen, und will man nicht jedem eine besondere Auffangstange von entsprechender Größe geben, so genügt es, die Enden der Ausläufer der Leitstangen aufzubiegen, **Fig. 39, Taf. IV**, und nur etwa 0,5 m hoch hervorragen zu lassen. Ist die Leitung ein Kupferdrahtseil, so wird eine Stange von 0,5 m angebracht und diese mit der Leitung verbunden. Doch muß diese kurze Stange ebenfalls mit einer Spitze versehen sein. Jedenfalls darf diese Vorsicht niemals an Giebeln, welche der Wetterseite und Schlagregen ausgesetzt sind, vernachlässigt werden.

Ist ein größeres Gebäude mit mehreren Auffangstangen und Leitungen bewaffnet, so müssen diese schon an der First untereinander metallisch verbunden werden. Dieses geschieht entweder durch Nebenleitungen oder Metallteile, die einen wesentlichen Bestandteil des Daches ausmachen und nicht nur unter sich, sondern auch mit den Auffangstangen verlötet sind. Hat jede derselben eine besondere Leitung, so können die Nebenleitungen aus Kupferdrahtseil dünner sein, doch müssen sie die erforderliche Stärke haben, wenn sie selbst Teile der Hauptleitung ausmachen.

Erhabene Gegenstände auf dem Dache mit scharfen Kanten und Ecken müssen, auch wenn sie innerhalb des geschützten Kreises liegen, mit Drähten versehen werden, die mit der Leitung verbunden sind. Ebenso wird die Firstleitung über Schornsteine, aber nicht über deren Mitte, weggeführt, **Fig. 40, Taf. IV**, oder man läßt ein dünneres Zweigseil am Schornstein bis zu dessen oberem Rande aufwärts ziehen und befestigt es an verschiedenen Stellen mit Klammern.

Zur Verbindung der Auffangstangen untereinander und mit der Ableitung hat man bei Metalldächern den Vorschlag

gemacht, die Zwischenleitung ganz wegzulassen und statt deren die Firstbleche, Gurtbleche, Dachrinnen und Fallrohre zu benutzen. Es wäre dann nur nötig, das untere Ende des Fallrohrs mit dem feuchten Erdboden in leitende Verbindung zu setzen. Haben die so benutzten Metallkörper die nötige Stärke und Dauer, so wird allerdings dabei wesentlich gespart. Sind aber die Bleche dünn, so ist es sehr häufig der Fall, daß sie unter dem Anstrich von Rost zerfressen sind, was von außen gar nicht wahrnehmbar ist. Damit haben sie aber auch ihre Eigenschaft als gute Elektrizitätsleiter eingebüßt.

Die Einschaltung metallener Dachrinnen in die Leitung geschieht am besten in der Art, daß man sie durch eine Drahtnebenleitung mit der Hauptleitung durch Verlöten in Verbindung setzt. Es genügt aber nicht, die Hauptleitung etwa darüber hinzuführen, so daß eine Berührung nur in einem Punkte stattfindet.

Arago verlangt für jede Auffangstange eine besondere Hauptleitung. Dieses ist jedoch nicht nötig. Bleibt die größte Ausdehnung eines Daches unter 26 m, so genügt eine Ableitung von einer oder von zwei untereinander verbundenen Auffangstangen aus. Bei größeren Haufwerken von Gebäuden, bei Schlössern, großen Fabrikanlagen u. s. w. wird ähnlich verfahren. Die Anzahl der Hauptleitungen richtet sich dann nach der der Auffangstangen, und ist es rätlich, höchstens drei derselben mit einer Hauptleitung in Verbindung zu setzen.

Für 2 bis 6 Stangen will die schweizerische Kommission 3 Ableitungen, für 6 bis 9 Stangen 4 Leiter, und für je 3 Stangen weiter eine Leitung mehr. Diese sollen nicht nahe an Fenstern und Balkonen vorbeigeführt werden. Sind im Innern des Gebäudes starke Metallmassen, so verbindet man diese an ihren beiden Enden mit der Erdleitung.

Es versteht sich von selbst, daß sich alle Teile der Leitung an den Stößen metallisch berühren und daß die Führung sicher und geschützt ist. Doch soll die Leitung nicht auf der Innenseite von Wohngebäuden herabgeführt werden. Bei öffentlichen Denkmälern und anderen Bauwerken, bei

welchen der Blitz nicht auf Menschen, die zufällig in der Nähe sind, überspringen kann, versteht es sich wohl um so mehr, als eine äußere Leitung gewiß nur zur Unzierde gereichen kann. Bei Wohngebäuden aber findet dies nicht statt, und will man die Leitung verbergen und zugleich gegen jede Beschädigung sichern, so könnte sie recht gut in das Mauerwerk, indem ein Raum ausgespart ist, eingelassen und durch davor gesetzte Steine bedeckt werden.

Kuhn empfiehlt diese Art der Blitzableitung angelegentlich, aber vom praktischen Standpunkt ist einzuwenden, daß dann die so unbedingt nötige Ueberwachung mit den Augen unmöglich wird.

Früher ging man von der Ansicht aus, die Entladung der sich im Blitz ausgleichenden Elektrizitäten folge wie die Ansammlung der ruhenden Elektrizität der Oberfläche der Leiter; dadurch wurde man auf die Verwendung von Drahtseilen geführt, weil da die Gesamtoberfläche der Drähte größer ist, als wenn dieselbe Metallmasse einen Draht oder Stab bildet.

Doch weiß man jetzt schon lange mit bestimmtester Sicherheit, daß der elektrische Strom im allgemeinen, gleichgültig ob er als dauernder von einer Batterie u. dergl. oder als augenblicklicher von einer Wolke ꝛc. geliefert wird, durchaus in der ganzen Masse des Leiters fortschreitet, daß somit für Berücksichtigung der Leitungsfähigkeit des Materials lediglich der Gesamtquerschnitt in Betracht zu ziehen ist.

Ebenso verkehrt und verwerflich ist das in neuerer Zeit von Amerika kommende System der eisernen Leitungsstangen mit sternförmigem Querschnitt. Ein Hamburger Haus hat diese ebenso billigen wie nichtsnutzigen Blitzableitungen namentlich in Schleswig-Holstein, aber auch sonst in Deutschland zu verbreiten gesucht, doch ist vor denselben, weil, abgesehen von anderen Fehlern, der Querschnitt viel zu gering ist, dringend zu warnen.

Anders verhält es sich mit dem Blitzableitungssystem von Melsens, das derselbe 1865 an dem berühmten Stadthause zu Brüssel und dann an verschiedenen anderen

großen und kleineren Gebäuden und Haufwerken von solchen zur Anwendung brachte. Dasselbe ist charakterisiert dadurch, daß er eine größere Anzahl von Fangstangen mit Spitzenbündeln und eine Ableitung von 6 bis 7 mm dickem Eisendraht verwendet, der das Dach käfigartig umspinnt und in zahlreichen Bodenleitungen mit den Brunnen-, Gas- und Wasserleitungsröhren in Verbindung steht. In seinem reich mit Tafeln ausgestatteten schönen Werk über „des Paratonnerres" (Brüssel 1877), worin er den Schutz des Brüsseler Stadthauses ausführlich beschreibt, gibt er auch eine Skizze, um den Unterschied seines Systems vom üblichen zu zeigen. Ein Magazin, **Fig. 70, Taf. VI**, das dem Blitzschlag ausgesetzt ist und sicher geschützt werden soll, erhält nach dem üblichen System eine Fangstange und zwei damit richtig verbundene Leitungen von genügendem Querschnitt, eine nach der Länge, die andere nach der Breite, die dann in vier richtig ausgeführten Bodenleitungen enden. Melsens dagegen will auf dem Dach eine größere Anzahl Stangen von 0,5 bis 2 m Länge anbringen, **Fig. 69, Taf. VI**, deren jede mit einem Büschel von 6 bis 7 Spitzen die am Grund 6 bis 8 mm dick sind und von der Mittelspitze überragt werden, versehen ist. Nach seiner Berechnung kosten zehn kupferne Fangstangen mit ihren 60 bis 70 Spitzen in Büschelform weniger, als eine einzige große Fangstange des Franklinschen Systems und begnügt man sich mit galvanisiertem Eisen, das in Spitzen ausgearbeitet ist, so kosten 200 bis 300 Fangstangen, die über die ganze First zerstreut sind, mit ihren 5 bis 7 Spitzen nicht soviel, als eine einzige Fangstange von mittlerer Größe.

Außerdem aber will er das Dach mit zwei oder mehr Gürteln K L, M N von Eisendraht umgeben und durch zahlreiche Bodenleitungen mit dem Wasser und den Metallröhren des Bodens verbinden.

Unverständlich ist, wie nach der Behauptung und selbst nach der Berechnung von Melsens dieses System billiger sein soll, als jedes andere.

„Sollen die Blitzableiter eine gewisse Oberfläche der Gebäude decken und beschützen, so kann man annähernd ihren

Preis aus der Größe der zu schützenden Fläche schätzen, abgesehen von Bauten, die Glocken tragen und von Turmspitzen. Bei den Blitzableitern, welche in Belgien nach dem gewöhnlichen System errichtet wurden, war bei sechs großen Bauten der Preis pro Quadratmeter 3,02 Frs. bis 9,68 Frs., im Mittel 4,46 Frs., während bei drei Blitzableitern nach meinem System der Preis pro Quadratmeter des zu schützenden Gebäudes 0,47 Frs. bis 0,77 Frs., im Mittel 0,66 Frs. betrug."

Aber abgesehen davon können wir nicht glauben, daß das Drahtnetz auf dem Dach von Dachdeckern, Schornsteinfegern und anderen Arbeitern besonders respektiert werden wird, auch nicht, daß die dünnen Drähte, die, wenn auch in großer Zahl, in den Boden geführt werden, lang dem Rost widerstehen können. Es werden ohne Zweifel fortdauernd Reparaturen nötig sein, wenn heute der Dachdecker auch die kleinsten Schäden ausgeflickt hat, so muß morgen die Drahtleitung nachgesehen und ausgeflickt werden und dabei werden natürlich wieder Schiefer und Ziegel zerbrechen.

---

11. Die Stärke der Leitung.

Soll ein Gebäude oder sonst ein Gegenstand irgend welcher Art durch einen Blitzableiter gegen die schädlichen Einwirkungen eines Blitzstrahles geschützt werden, sind noch weitere Bedingungen zu erfüllen.

Eine der wichtigsten, die Stärke der Leitung, ist lange Zeit ohne alle Berücksichtigung geblieben und wurden dadurch eine große Menge von Unglücksfällen veranlaßt, welche besonders im Anfang die Blitzableiter vielfach in Mißkredit brachten. Aber mit Unrecht. Man mutete dieser an sich so vorzüglichen und durchaus sicheren Einrichtung zu viel zu und mußte sich den dadurch entstandenen Schaden selbst zuschreiben.

Wenn auch die Metalle gute Leiter der Elektrizität sind, so leiten sie nicht alle gleich gut. Bei Versuchen mit Drähten von gleicher Länge und Dicke, aber aus verschiedenen Metallen ergibt sich das Leitungsvermögen. Wird dieses für Kupfer = 100 gesetzt, so ist es für:

Silber	. . . . .	= 160
Gold	. . . . .	= 80
Zink	. . . . .	= 50
Zinn	. . . . .	= 31
Messing	. . . . .	= 30
verzinktes Eisen	. .	= 17,5
Eisen	. . . . .	= 18
Blei	. . . . .	= 9

Dieses verschiedene Leitungsvermögen der Metalle für Elektrizität kommt ganz wesentlich bei der Wahl eines Blitzableitermaterials in Betracht. Am meisten werden als Leiter der Elektrizität Kupfer, Eisen und verzinktes Eisen angewendet, doch leistet jeder, auch noch so gut leitende Körper der Elektrizität einigen Widerstand. Das Wasser leitet dagegen außerordentlich viel geringer, viele Millionen Mal schwächer als die Metalle, besonders wie das Kupfer. Dies ist bei Anlage der Bodenleitung ganz wesentlich zu berücksichtigen. Noch viel schlechter leiten Felsen oder trockener Erdboden, was ebenfalls ganz besonders im Auge zu behalten ist.

Außerdem ist aber die Leitungsfähigkeit z. B. auch wesentlich abhängig von der Größe des Querschnitts der Leitung, so daß z. B. bei gleicher Größe des Querschnitts ein breiter dünner Streifen nicht mehr leisten wird, als eine cylindrische Leitung aus Stäben, wenn gleich ersterer eine viel größere Oberfläche darböte, als letztere.

Wenn aber trotzdem vielfach breite und dünne Leitungen gewählt werden, so geschieht dies hauptsächlich deshalb, weil diese sich leichter biegen lassen, als quadratische oder cylindrische.

In den Instruktionen der verschiedenen französischen Kommissionen, welche von der Pariser Akademie behufs der

Beratung über die beste Einrichtung der Blitzableiter niedergesetzt wurden, finden wir nur sehr unvollkommene Andeutungen über diese so wichtigen Fragen. Was die Stärke anlangt, so heißt es an einer Stelle: „Man macht diese Stange 15 bis 20 mm ins Geviert; aber 15 mm sind schon vollkommen ausreichend.“ An einer anderen Stelle bestimmt sie für den Querschnitt der Leitung 2,25 qcm und zwar bei Quadrateisen 15 mm Seitenlänge und bei Rundeisen 17 mm Durchmesser.

Arago in seiner berühmten Abhandlung „vom Donner und Blitz“ ist noch weniger bestimmt in seinen Angaben. „Die Leiter sowohl wie die obere Stange eines Blitzableiters müssen dick und massiv genug sein, damit sie ein Blitzschlag nicht schmelzen kann. Nach allem dem, was wir darüber gesammelt haben, wird man dieser Bedingung hinlänglich genügen, wenn man viereckige oder cylindrische Eisen- oder Kupferstangen von 20 mm an der Seite oder im Durchmesser anwendet.“ Arago nimmt also nicht einmal Rücksicht auf die so verschiedene Leitungsfähigkeit von Eisen und Kupfer.

Erst in neuerer Zeit hat man diese Frage mit größerer Sorgfalt behandelt.

Kuhn gibt an, es sei nie beobachtet worden, daß ein Eisenstab von 12 mm Durchmesser durch den Blitzschlag merklich erhitzt worden sei. Gehen wir davon aus und berücksichtigen wir die der Sicherheit wegen nur fünfmal bessere Leitungsfähigkeit des Kupfers, so würde der Eisenstab ersetzt werden durch einen Kupferstab von ca. 25 qmm Querschnitt oder von fast 6 mm Durchmesser; ist der Querschnitt quadratisch, so müßte dieser 5 mm Seitenlänge haben. Ein Drahtseil aus 1,8 mm dicken Kupferdrähten müßte aus etwa 10 solcher zusammengedreht sein; ein Kupferblechstreifen von 1 mm Dicke müßte 2,5 cm breit sein. Oder dem Gewicht nach ausgedrückt müßte 1 m Eisenleitung etwa 900 g von Kupfer aber 250 g wiegen.

Starke Blitze sind im stande, Kupferdraht von 4,5 mm Durchmesser zu schmelzen. Es genügt aber, um eine solche

Schmelzung zu vermeiden, schon eine geringere Vermehrung des Durchmessers, denn die Erhitzung steht nach den Versuchen von Rieß in umgekehrt biquadratischem Verhältnis zu dem Durchmesser, so daß also bei doppeltem Durchmesser die Erhitzung nur $^1/_8$ so stark wird.

Langjährige Praxis der am meisten beschäftigten Fabrikanten haben entschieden, daß Kupferseile das zweckmäßigste Material für die Leitung und auch den starken Kupferdrähten vorzuziehen sind, weil

1. die dünneren Drähte in der Qualität besser sind, als die dicken. Unreines Kupfer kann noch zu dicken, aber nicht zu dünnen Drähten, also auch nicht zu Seilen verwendet werden, die aus besser leitendem Kupfer bestehen müssen;

2. läßt sich das Kupferseil in jeder beliebigen Länge anfertigen, so daß eine geringere Anzahl von Verbindungen erforderlich ist; denn jede überflüssige Verbindung ist nachteilig; Draht dagegen, der in Rollen in den Handel kommt, leidet beim Geradebiegen, wird überhaupt nicht so gerade, wie Kupferseil, das stärker angezogen werden kann;

3. bleibt das Kabel, wenn einmal gespannt, auch gerade, während gespannter Kupferdraht schon oft gebrochen ist, wenn starke Kälte eintrat, oder wenn es warm wurde, dehnten sie sich aus und hingen in Bogen herab; ein einzelner Draht hat nie die Dehnbarkeit wie ein Kabel, er kann brechen oder zerreißen und wird es auch, um so mehr wenn Fehler (Schlieber) die dem Auge nicht bemerkbar sind, daran vorkommen;

4. läßt sich ein Seil vermöge seiner Geschmeidigkeit viel leichter und gleichmäßiger legen und geht leichter um Kanten und Ecken herum:

Da kein Fall bekannt wurde, daß ein Kupferseil zerriß, so ist die gerühmte größere Haltbarkeit des massiven Drahtes nicht so hoch anzuschlagen. Auch in der Schiffahrt ist festgestellt worden, daß Metallseile viel mehr aushalten, als massive Stangen.

Prof. Bopp in Stuttgart, der sich seit Jahren mit der richtigen Anlage von Blitzableitern beschäftigt hat und

der im Auftrag der württembergischen Behörden eine sehr große Anzahl von Blitzableitern untersuchte, hat merkwürdigerweise gegen die Kupferseile und für Leitungen aus Eisenstäben Partei ergriffen.

An einer großen Anzahl von öffentlichen und Privatgebäuden führte er Leitungen aus kaltbiegsamen Stäben von Feinkorneisen mit dem normalen Querschnitt von 15 mm ein, wobei alle Verbindungen durch Schweißung bewirkt werden.

Es kann nicht zweifelhaft sein, daß diese Ableitungen, richtig ausgeführt, ihrem Zweck vollständig entsprechen, aber auch nicht, daß diese richtige Ausführung, namentlich die Schweißungen, viel schwieriger auszuführen sind, als Leitungen aus Kupferdrahtseil, wo die Verbindungen leicht und sicher durch Lötung erzielt werden.

Bopp will freilich nur Lötung durch Silberlot zulassen, denn „außer dem Silberlot gibt es keines, welches leitungsfähiger wäre als Kupfer, aus dem das Seil besteht, es hat somit jede Lötstelle eine Verminderung der Leitungsfähigkeit an dieser Stelle und bei Blitzschlag möglicherweise ein Abschmelzen zur Folge".

Aber auch dieser Grund ist hinfällig; werden die Seilenden auf ca. 5 cm Länge umeinander gedreht und dann mit Schlaglot verlötet, so wird nie ein Zerreißen oder Abschmelzen stattfinden. Die Leitungsfähigkeit der Lötstelle wird sicher eher größer als geringer sein, als im Drahtseil selbst.

Von anderen zweckmäßigen und ebenso leicht ausführbaren wie sicheren Verbindungen wird noch die Rede sein.

Natürlich schwankt der Preis nach den jeweiligen Konjunkturen.

Dagegen sind Kabel, die aus 36 bis 50 sehr dünnen Drähten bestehen, verwerflich, weil sie namentlich in der Nähe von Kaminen und beim Uebergang in den Boden unter den chemischen Einwirkungen der Atmosphäre leiden.

Kuhn hat auch besondere Versuche über die Anwendbarkeit verzinkten Eisendrahts für Leitungen angestellt. Der-

selbe war teils einfach, teils in Seilform zusammengedreht und stammte aus der bekannten Fabrik von F. P. Reichenberger zu Grötschenreuth bei Erbendorf in der Oberpfalz. Was die Stärke der Verzinkung anlangte, so übertrafen die Proben die normalen Anforderungen. Es wog je 1 m der Proben von:

1.	verzinktem Eisendraht		62,46 g
2.	dreidrähtiges Seil		241,4 „
3.	neunzehndrähtiges Seil	Nr. 9 . . .	536,6 „
4.	„ „ „	Nr. 10 . . .	762,5 „
5.	„ „ „	Nr. 11 1 kg .	180 „
6.	„ „ „	Nr. 12 1 kg .	331 „

Die Dichte beträgt bei dem einfachen Draht und bei den Seilen im Mittel 7,57, weicht also von der für das Rundeisen (7,75) nur wenig ab. Der Leitungswiderstand für das verzinkte Eisen ist aber etwas geringer (0,97) als der des Eisens (1). „Es stellt sich sohin nach diesen Versuchen heraus, daß in allen Fällen, wo man zu einer Leitung für Blitzableiter Rundeisen, von dem 1 Pariser Fuß 362,1 g (1 m 1 kg 114) wiegt, zu nehmen hat, das Gewicht eines ebenso langen Drahtseils aus verzinktem Eisen nur 344 g (1 m 1 kg 058) betragen muß."

Daraus erhellt auch, daß die Vorteile, die man sich von diesen verzinkten Eisendrahtseilen den Kupferdrahtseilen gegenüber ihrer größeren Billigkeit wegen verspricht, irrig sein müssen. Die Seile müssen in beträchtlich größerer Stärke verwendet werden, sie sind wesentlich schwerer, schwieriger zu biegen und zu verarbeiten, und so geht wieder verloren, was man durch die größere Billigkeit des verzinkten Eisens zu gewinnen hoffte.

Wo solche Eisenleitungen früher bei preußischen Militärgebäuden angewendet wurden, müssen sie jetzt entfernt und durch Kupferkabel ersetzt werden.

Vergleichen wir noch einmal die seither vorgeführten Angaben, so ist ersichtlich, daß darin große Schwankungen vorkommen. Während die Theorie nicht selten se starke

Querschnitte für nötig hält, bleibt oft die Praxis hinter dem Notwendigsten zurück. Wir können als ausgemacht richtig annehmen, daß nach der Angabe von Kuhn der Durchmesser:

bei Eisen . . . . 1,4 cm
bei Kupfer . . . . 0,5 „

wenigstens betragen muß, und daß alle wesentlich bedeutenderen Stärken bei gewöhnlichen Gebäuden und unter den gewöhnlichen Umständen als überflüssig anzusehen sind.

Unter welchen besonderen Verhältnissen aber genügt vielleicht selbst eine schwächere Leitung oder wann muß dieselbe stärker genommen werden? Wenige Beispiele werden dies wohl klar machen.

Halten wir uns an ein bestimmtes Beispiel. Ein hoher Kirchturm überragt die Gegend weit und breit. Er ist daher auch der geeignetste Weg, auf welchem eine Ausgleichung der entgegengesetzten Wolken- und Bodenelektrizitäten stattfinden kann. Sind keine anderen hohen Gegenstände in der Nähe, so wird er die Hauptverbindung zwischen beiden Elektrizitäten abgeben und es muß eine Blitzableitung unter diesen besonderen Umständen auch stärker sein, als unter normalen Verhältnissen.

Noch mehr ist dies bei einem Schiff der Fall. Ist dieses in offener See, so fehlen alle hervorragenden Gegenstände außer seinen eigenen Masten, durch welche die elektrische Ladung einer Gewitterwolke geschwächt werden könnte. Diese wirkt verteilend auf die ruhende Elektrizität einer weiten Wasserfläche, deren höchste Punkte die Spitzen der Schiffsmaste sind. Kein Wunder, daß hier die Blitzableitungen von normaler Stärke sich als unzureichend erwiesen haben, während die für gewöhnliche Umstände unnötig starken Blitzableitungen nach dem System von Snow Harris ganz am Platze sind und sich vollkommen bewähren.

Es erscheint demnach rätlich, bei sehr hohen Gebäuden, bei Türmen von 80 und mehr Meter Höhe, sowie bei Bauwerken, die eines besonderen Schutzes bedürfen, Pulvermagazinen u. dergl. und in Gegenden, die, wie statistische

Aufzeichnungen ergeben, heftigen Blitzschlägen besonders ausgesetzt sind, die Leitung etwas stärker, bis doppelt so stark zu nehmen.

---

12. Das Leitungsmaterial.

Obgleich nach dem Erwähnten kaum noch ein Zweifel darüber vorhanden sein kann, aus welchem Material nach theoretischen Spekulationen die Leitung eines Blitzableiters anzufertigen ist, so möge doch hier noch kurz auch das Ergebnis vieljähriger Erfahrung angeführt werden.

Wenn auch die Tragfähigkeit, der Widerstand gegen das Zerreißen bei den verschiedenen Metallen verschieden stark, bei dem Eisen am stärksten, bei dem Kupfer halb so stark ist, so kann doch kein Zweifel darin aufkommen, daß eine Kupferleitung von dem vorhin gefundenen Durchmesser stark genug ist, ihr eigenes Gewicht zu tragen, ohne dadurch zerrissen zu werden.

Messing ist, wie schon mehrfach erwähnt als für die Dauer durchaus unbrauchbar aus dem Leitungsmaterial zu streichen.

Auch reines Kupfer hat, wie Messing, als Leitmaterial den Nachteil, daß es durch elektrische Ströme an Festigkeit verliert, jedoch in viel geringerem Maße wie dieses; Eisen dagegen nimmt infolge von durchgehenden Strömen an Festigkeit zu.

Aber auch unter gewissen anderen Umständen kann Kupfer brüchig und bröckelig und eine Leitung dadurch unbrauchbar werden. Von der Auffangstange auf dem Schornstein der Main-Weserhütte bei Gießen führte ein Kupferdrahtseil abwärts, das jedoch oben, wo die Gase und Dämpfe mit demselben in Berührung kamen, vollkommen zerfressen und unbrauchbar war. Es werden nämlich die Gichtgase von zwei Kokshohöfen unter die Kessel der Dampfmaschine und von da aus in den Schornstein geleitet. Allerdings war hier nicht das Kupfer, sondern die Art der Führung

des Drahtseils und die Stellung der Fangstange die Hauptursache des raschen Verderbens.

Jedoch sind nicht nur chemische Kräfte thätig; von Einfluß auf die Dauer ist bei diesen Drahtleitungen jedenfalls auch der Wechsel der Temperatur, wodurch schädliche Verlängerungen und Verkürzungen hervorgerufen werden. Besonders bei zu dünnen Leitungen können auch schwache Entladungsschläge einen ungünstigen, lockernden Einfluß ausüben, es müssen diese also für Hauptleitungen jedenfalls vermieden werden. Doch bieten Kupferdrahtseile anderseits so große und wesentliche Vorteile, daß diese die Nachteile weit überwiegen, wie dies schon S. 66 ausgeführt ward.

Auch die englische Kommission erklärt Kupfer für das bestgeeignete Material, wenn es auch teurer als Eisen ist. Aber die Leitung läßt sich leichter und biegsamer herstellen, auch wird das Eisen an den Verbindungsstellen leichter durch Rost unterbrochen. Nimmt man aber trotzdem Eisen, so sollte es durch gute Verzinkung gegen Oxydation geschützt sein, auch der metallische Querschnitt etwa sechsmal so groß sein, als bei Kupfer.

Heeren gibt den Ableitern aus Kupferblech den Vorzug, da sie nicht nur die wohlfeilsten sein sollen, sondern sich auch mit größter Leichtigkeit durch direktes Aufnageln auf die Mauer oder untergelegte Bretter sehr dauerhaft befestigen lassen. Es ist gewiß nicht richtig, daß ein direkt aufgenagelter Blitzableiter gefahrdrohender sei, als eine durch Tragstifte in geringer Entfernung befestigte Leitung; die schwache Luftschicht zwischen derselben und dem Gebäude kann ja doch nicht als Isolator dienen und soll es auch nicht, wenn sonst die Leitung richtig angelegt ist. Ebenso wenig werden die Spitzen der Nägel, die in die Mauer reichen, Gefahr bringen; durch sie wird keine Elektrizität abströmen, sobald die Bodenleitung in dauernd nassem Grunde endigt. Anderseits aber ist nicht einzusehen, warum Blechstreifen einem Kabel vorgezogen werden sollen. Auch die Schiffs-Blitzableiter von Snow Harris, welche allgemein bei der englischen Marine im Gebrauch sind, bestehen aus starken Rotkupferblechstreifen. Doch hat diese Art auch

wieder ihre Schattenseiten. Sind die Streifen durch Nieten und Löten, oder durch Falzen und Löten fest verbunden, so bieten sie eine reine metallische Leitung dar. Sehr oft aber werden die Streifen einfach ineinander gefalzt, **Fig. 41, Taf. IV**, und werden dadurch unbrauchbar; auch wird das dünne Kupferblech an der Uebergangsstelle von der Luft in die Erde rasch zerfressen. Dazu kommt weiter, daß man bei einem frei vom Gebäude abstehenden Kabel viel leichter eine Unterbrechung wahrnehmen kann, als bei den der Länge nach aufgenagelten Kupferstreifen.

Ableitungen aus einem massiven Kupferdraht oder einer Kupferstange bestehend, wie sie von Berlin aus öfter angewendet werden, haben gegen Kupferdrahtseile den Nachteil, daß sie nicht soviel Halt und Dehnbarkeit haben und dazu viel mehr Verbindungen erforderlich sind. Ein einzelner Draht, eine Stange kann noch so gut und schön gewalzt oder gezogen sein, so kann er doch Bruch oder unganze Stellen enthalten, die mit dem Auge kaum sichtbar sind. Wirken aber dann die Temperatureinflüsse, so entwickelt sich in nicht langer Zeit eine solche unganze Stelle zum völligen Bruch. Dabei sind die Anlagekosten bei Drähten bis zu 10 mm gleich denen der Kupferdrahtseile, bei stärkeren Drähten oder Stangen aber höher.

Als beste Form empfiehlt sich demnach für die Leitung ein Seil aus nicht zu dünnen Drähten. Flache Metallstreifen haben allerdings den Vorteil, daß sie, gut gelötet, in jeder beliebigen Länge ohne Verbindungsstellen beschafft werden können, auch sich bequem den Umrissen des Gebäudes anpassen lassen. Doch werden sie leicht an den Ecken und Kanten zu scharf umgebogen, was dann Veranlassung werden kann, daß der Blitz von der Leitung abspringt.

Das von H. Berghausen in Köln und von Mittelstraß in Magdeburg verwendete Drahtseil besteht aus reinem Rotkupfer und ist aus 4 Litzen à 3 Drähten mit einem Draht als Seele von je 2 mm Dicke zusammengedreht; es soll pro Meter etwa 400 g wiegen. Das Kupfer muß weich sein und daher das Drahtseil nach dem Drehen nochmals halbweich geglüht werden. Die einzelnen Drähte

à 2 mm sind vollkommen stark genug, um allen atmosphärischen Einwirkungen zu widerstehen. Das Geflecht kann sich im Sommer ausdehnen und im Winter zusammenziehen, ohne auf die Befestigung störend zu wirken, was bei Leitungen von Eisenstangen stets der Fall ist. Ein Hauptvorteil besteht auch darin, daß, abgesehen von der leichteren Befestigung und des besseren Aussehens gegenüber den schweren, plumpen, unbiegsamen Eisenstangen, nur sehr wenige Verbindungen erforderlich sind, da die Kupferdrahtseile eine ununterbrochene Länge bis zu 200 m haben. Bei Eisenableitungen dagegen ist meistens auf 4 m schon eine Verbindung; diese leiden aber durch Temperatureinflüsse der verschiedenen Jahreszeiten in kurzer Zeit mehr oder weniger, so daß man oft schon nach wenigen Jahren mit den Augen oder doch mit dem Galvanometer sich überzeugen kann, daß die Leitung unterbrochen ist.

Das Kupfer-, Walz- und Hammerwerk von F. A. Hesse Söhne in Heddernheim bei Frankfurt a. M. fertigen sehr verschiedene Nummern von Kupferdrahtseilen für Blitzableiter an; die in **Fig. 42** bis **44, Taf. IV**, abgebildeten kommen am meisten zur Verwendung.

Nr. 2. 7 Drähte v. 1,9 mm, 5,8 mm Gesamtdicke, 200 g l. Mtr.
„ 3. 7 „ „ 2,2 „ 7 „ „ 260 „ „ „
„ 6. 12 „ „ 1,7 „ 8 „ „ 255 „ „ „

Die Anforderungen der englischen Kommission scheinen etwas übertrieben. Danach wird für die Kupferleitung ein Minimalgewicht von 0,56 kg für den laufenden Meter und eine Leitungsfähigkeit von wenigstens 90 Prozent von der von reinem Kupfer empfohlen. Die einzelnen Drähte sollen wenigstens 2,8 mm dick sein. Ein Seil aus drei Litzen zu drei je 3 mm dicken Drähten entspricht dem angegebenen Gewicht.

Wird aber ein Eisenseil angewendet, so soll der laufende Meter wenigstens 3,35 kg wiegen. Ein Seil aus 49 je 3,2 mm starken verzinkten Eisendrähten entspricht nahezu dieser Anforderung.

Wird die Richtung geändert, so darf die Leitung nie scharf umgebogen, sondern muß in flachem Bogen in die

neue Richtung übergeführt werden. Stark vorspringende Gesimse werden für die Leitung zweckmäßiger durchbohrt, aber das Loch muß so weit sein, daß die Leitung nicht gehemmt wird, sich auszudehnen und zusammenzuziehen.

Ein Anstreichen der Leitung ist unter allen Umständen und namentlich an denjenigen Stellen nötig, die der Einwirkung von Feuerstellen und ihrer Dämpfe und Gase ausgesetzt sind. Eisen erhält seiner ganzen Länge nach in Fangstange, Befestigungshaken, Leitung, Schutzröhre 2c. einen Anstrich. Besser als der gewöhnlich noch übliche Mennigan-strich ist der mit Eisenmennig (caput mortuum, Totenkopf, engl. Rot). Auch bei unserer Marine ist jetzt dieser Anstrich für Eisen vorgeschrieben, weil die Bleimennigfarbe das Eisen auf die Dauer angreift. Für Kupferseile eignet sich am besten ein guter Leinölfirnis. Führt die Leitung über Pappdächer, die zeitweise mit Kohlenteer gestrichen werden, so vermeide man dabei die Berührung mit der Leitung, weil die im Teer enthaltene Karbolsäuee das Metall und namentlich das Kupfer anfrißt.

Es ist nicht selten, daß die Oelfarbschicht auf der Leitung durch einen durchlaufenden elektrischen Funken weggenommen wird. Auffallend ist eine sonderbare Thatsache, die zwar hierher gehört, aber nicht unmittelbar mit der Oelfarbschicht der Leitung in Verbindung steht. Mit Umgehung der ganzen Leitung traf der Blitz ein Haus, durchlief verschiedene Teile desselben, begegnete auf seinem Wege einem Kupferdraht, der zu einem Schellenzug gehörte und zum Teil mit Oelfarbe angestrichen war. Nachher entdeckte man, daß der unbedeckte Teil des Drahtes geschmolzen, während der angestrichene Teil unverändert geblieben war; die einzige Veränderung bestand darin, daß nun die Oelfarbe nicht mehr fest auf dem Draht haftete.

13. Die Träger.

Um die lange und schwere Leitung gegen jede Bewegung durch Sturm und andere Umstände zu schützen, wird sie durch Haken und Träger von verschiedener Form auf dem Dach und an den Seiten des Gebäudes festgehalten. Sie müssen auf dem Dach jedenfalls derart gestaltet sein und befestigt werden, daß sie überdeckt werden können; leider aber gibt es genug gewissenlose Arbeiter, welche mit ihren Trägern dieser Bedingung nicht entsprechen, das Regenwasser dringt dann zum Holz des Daches durch und dieses wird in kurzer Zeit faul. In den häufigsten Fällen dienen hierzu Träger, die aus $1^1/_4$ cm starkem Quadrateisen hergestellt werden und denen man eine dem Baumaterial entsprechende Länge gibt. Das äußere Ende bildet eine Gabel, **Fig. 45** bis **48**, **Taf. V**. Die Dachträger werden, wie **Fig. 46** und **47** zeigen, sehr einfach befestigt. Man läßt sie 14 bis 18 cm über die Ziegel oder Schiefer hervorragen; sie werden am besten in einer gleichen Entfernung von nicht viel mehr als 3 m befestigt, doch richtet sich dieses nach der Stärke der Leitung.

Die Dachstützen erhalten eine Unterlage von Rollblei, dessen Rand einige Zentimeter über die Dachbedeckung reicht, um das an den Krampen hinabfließende Regenwasser abzuleiten.

Bei Seil- und Drahtleitungen sind sowohl auf der First, als an der Mauer Träger mit Oesen, durch die vorher die Leitung gezogen wird, oder mit dünnen Gabeln, die zusammengedrückt werden können, und die dann in etwa 2 m Entfernung voneinander eingeschlagen werden, so daß sie die Leitung etwa 16 cm von der First und 12 cm von der Mauer festhalten. Dabei ist es zweckmäßig, die Oesen der Träger abwechselnd mit Schrauben zum Festhalten des Seils zu versehen, **Fig. 45**, **Taf. V**, und alle Oesen mit einem Stückchen Walzblei auszufüttern, daß die Reibung des Kupfers am Eisen verhütet werde.

Dieses Futter hat noch den weiteren Zweck, den galvanischen Strom zu vermindern, der durch die verschiedenen Metalle von Leitung und Träger erzeugt wird und der vorwiegend den Träger derart angreift, daß sie rasch ihrem Ende entgegengehen. Zwar ist Blei ein schlechter Leiter, aber bei den zahlreichen Trägern ist doch eine genügende leitende Verbindung zwischen Haus und Leitung.

Dagegen können Blechstreifen von Kupfer (s. S. 71) direkt auf Bretterunterlagen auf dem Dache und an die Außenseite des Gebäudes mit kupfernen oder verzinkten Eisennägeln befestigt und der Uebergang vom Dach auf die Außenseite des Hauses auch durch eine Bretterunterlage vermittelt werden. Jedenfalls sind dabei, wie bei allen Leitungen, spitze Winkel bei den Biegungsstellen zu vermeiden.

Früher war Bedingung zur Konzession einer Blitzableiteranlage, daß die Leitung durch die Träger isoliert werde. Ist dies richtig oder nicht? Diese Frage ist vielfach besprochen worden und entschied man sich bald für, bald gegen eine Isolierung der Träger, doch beweist dies nur, daß man sich der Aufgabe, welche ein Blitzableiter hat, nicht klar bewußt war. Wenn die Türme der Notre-Dame-Kirche in Paris mit isolierter Leitung versehen sind, so zeigt dies, daß man auch am Sitz allerhöchster Intelligenz und Zivilisation dummes Zeug machen kann. Denn entweder wirken die Isolatoren, und dann sind sie schädlich, oder sie wirken nicht, und dann sind sie überhaupt unnütz. Man darf nicht vergessen, daß die Wirkung eines Blitzableiters eine zweifache ist, von denen die erste und gerade die wichtigste, wie es scheint, weniger beachtet wird, nämlich die, daß ein guter Blitzableiter die Elektrizität einer nahen Gewitterwolke langsam und unmerklich entladet, so daß sie nicht nur für das zu schützende Objekt, sondern überhaupt für die ganze Umgebung unschädlich wird. Daher kommen ziemlich häufig Fälle vor, daß ein lange Zeit in gutem Stande erhaltener Blitzableiter endlich vernachlässigt oder beseitigt wird, weil ja ohnehin nie ein Blitz eingeschlagen hat und er also bisher vollkommen überflüssig schien; bei der nächsten Gelegenheit aber

zeigt es sich, daß er seine Thätigkeit zwar geräuschlos, aber nicht minder wirksam ausgeübt hat und keineswegs überflüssig gewesen. Solche Vorkommnisse werden dann dem bösen Zufalle, und nicht der Unwissenheit des Schuldtragenden zugeschrieben. Wenn aber die Annäherung der Gewitterwolke so schnell erfolgt, oder ihre Ladung so stark ist, daß die langsame Entladung durch den Blitzableiter nicht vollständig erfolgen kann, dann erst tritt ein eigentlicher Blitzschlag auf, eine plötzliche Entladung der Elektrizität, welche in den feuchten Erdboden abgeleitet wird. Bei solchen Blitzschlägen nun kommen häufig ganz merkwürdige und fast unbegreifliche Erscheinungen vor, welche meistens so beschrieben werden, daß der Blitz weite Strecken wirkungslos übersprungen und an anderen, mit dem Blitzableiter oder, wenn ein solcher nicht vorhanden war, mit den ursprünglich getroffenen Teilen gar nicht zusammenhängenden Stellen heftige Wirkungen hervorgebracht habe. Solche Erscheinungen sind immer auf die elektrische „Influenz“ und den „Rückschlag“ zurückzuführen, indem jeder in dem Bereiche einer Gewitterwolke befindliche gut leitende Körper wenigstens mit einer oder, wenn er ringsum von Isolatoren umgeben ist, mit beiderlei entgegengesetzten Elektrizitäten stark geladen wird und diese sich beim Verschwinden der Elektrizität der Gewitterwolke, dies mag auf was immer für eine Weise geschehen, auch ihrerseits mehr oder minder rasch entladen. Nur dadurch, daß alle gut leitenden Teile eines Gebäudes, namentlich alle größeren Metallbestandteile desselben in möglichst gut leitender Verbindung miteinander stehen, können die Gefahren eines solchen Rückschlages vollständig vermieden werden. „Isolierte“ Blitzableiter aber sind, falls die Isolierung nicht gelingt, zum mindesten lächerlich, hingegen desto gefährlicher, je vollkommener die Isolierung durchgeführt wird. Gerade deshalb ist auch Sorge zu tragen, daß auch die Blechrinne am Rande des Daches in die Verbindung mit hineingezogen wird.

Natürlich ist auch die englische Kommission gegen eine Isolierung der Träger, empfiehlt aber, ebenfalls selbstverständlich, diese so stark zu machen und ihnen eine solche

Form zu geben, daß sie die Leitung weder quetschen noch verbiegen, daß sie dieselben so fest umschließen, daß nicht das ganze Gewicht der Leitung von einem Punkt getragen, sondern über alle Befestigungspunkte verteilt wird, und auch nur so fest, daß die Leitung sich ausdehnen und zusammenziehen kann.

Kuhn empfiehlt in allen Fällen, wo dies bei steinernen Gebäuden angeht, die Leitung an der Außenfläche der Fassade anstatt durch eiserne Führungen nur durch hervorstehende Backsteine, die passend durchlöchert worden sind, gehen zu lassen und ihr dadurch eine feste Richtung zu sichern.

Als besonders dauerhafte Anordnung der Leitung schlägt derselbe Gewährsmann vor, schon bei dem Bau eines Gebäudes in der Art auf das Anlegen einer Blitzableitung Rücksicht zu nehmen, daß man die Ziegel der Dachfirst sowie der Grate der Walmdächer an denjenigen Strecken, über welche die Leitung geführt werden soll, mit einer Rinne versehen formen läßt; die hineingelegte Leitung würde dann wieder mit besonders geformten passenden Ziegeln fest geschlossen und so gegen alle schädliche atmosphärische Einflüsse geschützt. Einen ähnlichen Kanal schlägt Kuhn vor, schon beim Bau an der Fassade des Hauses auszusparen und diesen nach dem Legen der Leitung in passender und sorgfältiger Weise wieder zu schließen. Nur sei dann nötig, der Leitung einen solchen Durchmesser zu geben, daß sie auch den stärksten bis jetzt beobachteten Entladungsströmen entspricht. Aber früher wurde schon bemerkt, daß durch diese Anordnung die gesamte Leitung dem Auge entzogen wird und folgeweise irgend eine zufällige Unterbrechung, die auch da vorkommen kann, nicht mehr wahrnehmbar ist.

14. Die Verbindungen.

Da eine Blitzableiteranlage nur dann eine wirkliche Sicherheit gegen die Wirkung der atmosphärischen Elektrizität darbietet, wenn auch die einzelnen Teile der Leitung vollkommen metallisch und leitend miteinander in Verbindung gesetzt werden, so ist auf diese der größte Wert zu legen und sie mit möglichster Sorgfalt auszuführen. Die Teile, die in der Werkstatt verbunden werden können, werden durch Schweißen vereinigt, aber das läßt sich nicht durchweg ausführen, denn der Transport und die Befestigung der ganzen Leitung auf einmal ist nicht auszuführen. Sehr viele Verbindungen sind an Ort und Stelle vorzunehmen, wo das Schweißen unmöglich ist. Unter allen Umständen soll die ganze Leitung nicht nur so eingerichtet sein, daß sie in allen ihren Teilen das entsprechende Leitungsvermögen hat, es müssen auch die Verbindungen so angeordnet werden, daß dieses Leitungsvermögen an keiner Stelle geschwächt wird, daß also trotz der Verbindungsstellen die Leitung sich verhält, als sei sie aus einem einzigen ununterbrochenen Metall hergestellt.

Unsere Aufgabe ist demnach, zu untersuchen, wie die Verbindungen der einzelnen Teile an Gebäuden selbst vorgenommen werden können. Hierher gehört also nicht die Vereinigung der Spitze mit der Stange, wohl aber:

1. die Verbindung der Leitung mit der Auffangstange. Diese richtet sich danach, ob die Auffangstange rund oder eckig, ob die Leitung aus massiven Stangen, Draht oder Kabel gebildet ist und modifiziert sich danach etwas.

Bei runden Auffangstangen legt man um diese, **Fig. 49, Taf. V**, ein Halsband mit langen Zangen, zwischen welche dann die Leitstange geklemmt und durch Schrauben befestigt wird. Bei den **Fig. 55 u. 56, Taf. V**, ist die Verbindung ähnlich, nur ist das Halsband mit einem Scharnier versehen. Bei **Fig. 50, Taf. V**, wird das

Halsband durch eine Schraube festgedrückt. Hierbei bleibt aber immer die Schwierigkeit, für alle Zeiten eine leitende Verbindung zwischen Stange und Halsband, zwischen Zange und Leitung herzustellen.

Als durchaus unzweckmäßig muß die Verbindung angesehen werden, welche die französische Kommission vom Januar 1867 vorschlug. Danach wird die Auffangstange mit 2 cm Seite an ihrem unteren Teil durchbohrt, **Fig. 58, Taf. V**, und hier das runde Ende der Leitung mit 15 mm Durchmesser hindurch gesteckt, die einzelnen Teile zusammengelötet, durch Bolzen verschraubt, diese mit angelöteten Wulsten überdeckt. Das Durchbohren bringt eine Schwächung der Stange hervor, die nicht durch das Lot aufgehoben werden kann.

Obgleich nur runde Auffangstangen benutzt werden sollten, wie schon ausgeführt wurde, so kann es doch immer noch längere Zeit dauern, bis die vielfach hergebrachten und in der Praxis üblichen viereckigen Stangen verschwunden sein werden. Wir müssen deshalb der Vollständigkeit wegen auch auf diese Rücksicht nehmen. Bei ihnen läßt man das eine Ende der ersten Leitstange in eine Gabel enden, welche sich um die Auffangstange legt und durch Schrauben befestigt wird. Es kann auch eine zweite Gabel noch zwischengeschaltet werden, **Fig. 50, Taf. V.**

Oder die Auffangstangen werden, wie **Fig. 52 u. 53, Taf. V**, im Auf- und Grundriß zeigen, zwischen gerade Backen geklemmt und fest verschraubt, welche Methode auch mit geringer Abänderung, **Fig. 54, Taf. V**, für runde Auffangstangen anwendbar ist. Es kann auch der Anfang der Leitung direkt an die Auffangstange angeschweißt oder durch Schrauben verbunden werden. Soll ein Drahtseil mit der massiven Auffangstange vereinigt werden, so geschieht dies auch durch einen Halsring, wie **Fig. 62, Taf. V**, zeigt.

Am leichtesten und zuverlässigsten ist die Verbindung der Drahtseilleitung mit der massiven Fangstange nach der früher (S. 40) beschriebenen Methode von Mittelstraß,

und mit der röhrenförmigen, indem das Kabel bis zur Spitze hindurchgezogen wird (s. S. 37).

Leitungen aus einem starken Draht werden mangelhaft durch mehrfaches Winden um die Stange und Verlöten befestigt.

2. Die Verbindung der Leitungsteile. Vor allem ist dafür zu sorgen und danach die Einrichtung zu treffen, daß keine Verbindungen an solchen Stellen vorkommen, die schwer zugänglich sind, also z. B. an der Biegung beim Uebergang der Leitung vom Dach an die Seite des Hauses. Ferner ist nötig, die Schraubenverbindung durchaus sicher auch an weniger bequemen Stellen zu machen und danach im voraus seine Einrichtung zu treffen.

Es kann die Verbindung der einzelnen Stäbe durch Schrauben und nachheriges Verlöten vorgenommen werden; letztes hat nicht den Zweck, die Festigkeit zu erhöhen, als vielmehr eine durchaus ununterbrochene Leitung zu sichern. Zu dem Ende müssen die zu verbindenden Enden zuerst verzinnt werden und macht dann das Verlöten selbst weiter keine besonderen Schwierigkeiten. Nichtsdestoweniger wird von Baubehörden und den ausführenden Schlossern meist vorgezogen, die Stangen einfach durch Verschrauben zu verbinden und zur sicheren Leitung zwischen die beiden blank gefeilten Enden ein der Verbindungsfläche an Größe gleiches Stück Walzblei, das auch blank geschabt ist, zu legen und dann so fest die Schrauben anzuziehen, daß eine ganz innige metallische Berührung stattfindet, wobei das Blei an den Seiten gewissermaßen hervorquellen muß. Diese Kraft der Verschraubung läßt sich an vielen Stellen nur dadurch erlangen, daß man die Schraube in ein Muttergewinde eingreifen läßt.

Der Blitz, der am 16. Dez. 1852 in den Turm des Seminars zu Sainte-Anne d'Auray einschlug und offenbar zu der noch so rätselhaften Art der Kugelblitze gehörte, schmolz an verschiedenen Stellen die Bleiplatten an den Verbindungen zweier Stangenenden. Es zeigt dieses ganz besonders die große Gefahr, welche bei der Verwendung

dieses schlecht leitenden und leicht schmelzbaren Metalls bei Verbindungen eintreten kann.

Statt eines Bleifutters möchte es daher vielleicht zweckmäßiger sein, Zink anzuwenden, aber auch ein solches Futter wird am zweckmäßigsten durch ein Verzinken der zu verbindenden Eisenteile ersetzt werden.

Sind Drahtenden zu verbinden, so geschieht dies am sichersten und festesten, indem die Enden platt geschlagen, mit Kupferstiften vernietet und dann verlötet werden.

Da Drahtseile in jeder Länge hergestellt werden, so ist bei der Hauptleitung gar keine Verbindung erforderlich, und das ist ja ein Hauptvorzug der Kabel. Nur muß dieses von vornherein richtig und nicht zu kurz abgemessen werden. Nebenleitungen werden auf etwa 20 cm aufgedreht, die einzelnen Drähte um die Hauptleitung fest geschlungen und dann verlötet. Dienenthal in Siegen verwendet zur Verbindung eine Kuppelung aus Phosphorbronze, **Fig. 63, Taf. V.** Die beiden Hälften, deren jede eine Rinne zur Aufnahme der Seilenden hat, werden mit einer durchgehenden Schraube fest aufeinander gehalten und die Seilenden dadurch derart festgeklemmt, daß die Leitung fortwährend gesichert sein soll. Mehr noch wird dies freilich bei einer Verlötung der Fall sein. Eine solche Patentkuppelung kostet bei Dienenthal 2 Mark.

Bei jeder anderen Methode der Verbindung von Drahtseilenden untereinander oder mit der Auffangstange ist nötig, die Drähte auf eine Länge von 10 bis 12 cm zu einem festen Cylinder zusammenzulöten. Am besten werden dann die Seilenden mit einem dünnen Draht von verzinktem Eisen umwickelt und dann durch Verlöten der ganzen Bindestelle, über welche noch ein geeigneter Muff gezogen wird, dauernde Festigkeit gegeben.

Durchaus zu verwerfen ist, die Seilenden nur durch Zusammendrehen zu verbinden. Wer aber, um zu sparen, die Anlage eines Blitzableiters einem Arbeiter überläßt, der kein gelernter Metallarbeiter oder ein auf dieses Fach besonders eingerichteter Fabrikant ist, setzt sich der Gefahr aus, daß das

Anlagekapital nicht nur verloren, sondern auch Blitzschaden viel wahrscheinlicher geworden ist.

Ein Uebergang von Drahtseil- zu solider Stangenleitung kann durch ein Röhrenstück vermittelt werden, **Fig. 61, Taf. V**, ähnlich wie es früher bei der Auffangstange (S. 40) gezeigt wurde.

Jedenfalls ist nötig, alle Lötstellen besonders auch an Kupferdrahtseilen gehörig mit Seifenwasser zu waschen und zu bestreichen und dann mit reinem Wasser abzuspülen, damit die vom Löten zurückgebliebene Säure entfernt wird und kein Anfressen des Metalles stattfinden kann.

Durch eine Leitung mit Blechstreifen aus Eisen oder Blei wird, wie schon erwähnt, keine genügende Sicherheit erzielt, doch sind sie für Nebenleitungen wohl anwendbar. Die einzelnen Streifen werden alsdann an ihren Enden mit Kupferstiften vernietet oder durch doppeltes Ueberfalzen **Fig. 41, Taf. IV**, und Löten, oder durch Löten allein, nie aber durch Falzen allein verbunden.

Da die Bodenleitung nach den verschiedensten Systemen angelegt wird, so soll, um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, bei Betrachtung ihrer Einrichtung auch ihrer Verbindung mit der Hauptleitung gedacht werden.

---

15. Die Bodenleitung.

Wissenschaft und Praxis stimmen darin überein, daß die Bodenleitung der schwierigste und deshalb häufig der schwächste Teil bei der ganzen Anlage eines Blitzableiters ist, weil sie sich der Aufsicht des Menschen ganz entzieht. Es ist einleuchtend, daß ein Blitzableiter, der nicht in vollkommen leitender Verbindung mit der Erde steht, eher gefährlich ist, als Schutz gewährt. Wir können aber kein im Boden begrabenes unedles Metall auf lange Zeit gegen die schädlichen und zerstörenden Einwirkungen der Kohlensäure und des Wassers schützen. Führen wir eine Leitung in einen Brunnen, so rostet das Eisen an der Grenze zwischen

Luft und Wasser am stärksten und ist im Lauf der Zeit zerstört. Es ist daher eine zeitweise Untersuchung und erforderlichen Falles Erneuerung des untersten Teiles der Leitung nötig.

Die Praxis glaubte dagegen einen sicheren Schutz, wenigstens für längere Zeit, dadurch zu finden, daß die eiserne Stange von etwa 1 m über der Erde an auf ihrem ganzen Weg durch den Boden mit dünnem Bleiblech fest umwickelt wird, um dadurch die chemischen Einflüsse von dem Eisen abzuhalten.

Oder es wird an die eiserne Leitung eine Bodenleitung von Bleiblechstreifen angenietet, weil das Blei den verändernden Einflüssen des Wassers und der Luft auf eine weit längere Zeit widersteht, als das Eisen.

Man hat dabei nicht bedacht, daß das Blei ein weit geringeres Leitungsvermögen für Elektrizität hat, als Eisen, und dann, daß durch die Berührung beider Metalle chemische Erscheinungen hervorgerufen werden, die für die Dauer des Eisens nur nachteilig sein können.

Wird auf die metallische Berührung der Leitungsenden eine noch so große Vorsicht verwendet und führt man die Bodenleitung, wie dies immer noch so häufig geschieht, nicht tiefer, als bis auf etwa 1 m Tiefe, so findet sich daselbst nur an den wenigsten Stellen, an Flußufern z. B. eine hinreichende zusammenhängende Wassermasse, um als vollkommene Ableitung zu dienen.

Bedenkt man, daß selbst das Wasser die Elektrizität 6700 mal schlechter leitet als Kupfer, so begreift sich, daß die Berührung der einzelnen Teile der Bodenleitung mit dem dauernd nassen Grund in sehr vielen Stellen stattfinden muß. Wie kann also ein trockner Boden genügen?

Wenn ein bewaffnetes Haus trotzdem vom Blitz getroffen und mehr oder weniger beschädigt wird, so ist in den allermeisten Fällen die mangelhafte Bodenleitung die Ursache.

In München befand sich an der Stelle, wo seit 1832 die protestantische Kirche steht, ein kleines einstöckiges Theater; etwa 8 m davon befindet sich ein großes Wohnhaus,

welches das Theater weit überragte. Ein Blitzschlag traf seinen Blitzableiter, an dem man keinen Fehler entdecken konnte; das Wohnhaus blieb dabei auch ganz unbeschädigt, das kleine Theater wurde aber durch denselben Blitz entzündet und brannte ab. Offenbar war hier die Bodenleitung ungenügend, es konnte die Elektrizität, die keine Gelegenheit hatte, sich im Boden rasch zu verteilen, auf das Nachbargebäude überspringen und diesem Zerstörung bereiten.

Noch ein Beispiel aus neuerer Zeit. Der Kirchturm in Hamm an der Sieg, auf hohem Berg und felsigem Boden stehend, wurde fast jedes Jahr vom Blitz getroffen und 1861 mit einem Ableiter versehen. Des schwierigen Bodens wegen ließ sich die Erdleitung nur 1 m tief und ungenügend anbringen. Schon das Jahr darauf schlug der Blitz ein, und der einzige Schaden, der dabei entstand, war, daß an der Thüre in der Nähe der Stelle, wo der Ableiter in den Boden überging, fast sämtliche Beschläge und Nägel sich lösten. Daraufhin wurde dann die Erdleitung wesentlich verstärkt.

In der Geschichte der Theorie der Blitzableiter spielt der Blitzschlag in das Schulhaus zu Elmshorn am 20. April 1876 deswegen eine wichtige Rolle, weil über die Frage, warum das Haus durch den vorhandenen Blitzableiter nicht völlig geschützt worden war, in der Berliner Akademie Meinungsverschiedenheiten entstanden, die von den Gelehrten, welche die verschiedenen Ansichten vertraten, in einer Reihe von hochgelehrten Streitschriften vertreten wurden. Es ist anzunehmen, daß beide Parteien recht hatten und daß der Blitz einschlug, weil die Bodenplatte im Brunnen zu klein war, wie das Gutachten der Akademie behauptet, mehr noch, daß die Leitung mangelhaft und ungleich leitend war, wie das Gegengutachten von Rieß nachweist.

Betrachten wir nun in der Kürze, welche Vorkehrungen zur Ableitung der Elektrizität in den Boden vorgeschlagen und angewendet wurden und suchen wir davon das Unzweckmäßige auszuscheiden und das wirklich Bewährte zu behalten.

Die ersten Blitzableiteranlagen hatten in der Regel eine weit sorgfältigere Bodenleitung, als diese jetzt gewöhnlich gelegt wird. Von Franklin an war ihre Wichtigkeit allgemein anerkannt; vielfach aber scheute man die Kosten, ohne zu bedenken, daß durch diese übel angebrachte Sparsamkeit nicht nur die ganze Ausgabe für die Blitzableitung in Frage gestellt, sondern auch die Gefahr, daß das Gebäude durch einen Blitzschlag getroffen wird, sich sehr wesentlich vergrößert.

Der schon mehrfach erwähnte Hemmer in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts war bei seinen zahlreichen Blitzableiteranlagen sehr sorgfältig gerade bei den Bodenleitungen. „Es ist notwendig, daß man den metallenen Ableiter auch mit leitenden Teilen der Erde in Gemeinschaft bringe, damit dadurch ein ununterbrochener Leiter bis in ihr Ingeweide entstehe. Solche leitende Teile der Erde sind das Wasser. In dieses muß also der Ableiter versenkt werden.“ Hemmer suchte diese Verbindung dadurch hervorzubringen, daß er an das Ende der Leitung eine Bleiröhre durch starkes Nieten verband und diese dann in den feuchten Boden versenkte, also in ein „Gemisch, worin Wasser mit der Erde in Menge verbunden ist“, oder in Wasser, wobei sich die Länge der Bodenleitung nach dem niedrigsten Wasserstande richtete. Er verwarf aufs entschiedenste die schon damals und leider selbst jetzt noch stellenweise übliche Methode, die Bodenleitung in gemauerte Wasserbehälter oder nur auf 1 bis 2 m Tiefe in den trocknen Boden zu führen, auch wenn diese mehrfach verzweigt war.

Reimarus dagegen war der Ansicht, daß es genüge, die Leitung bis zur Berührung mit der Erde fortzuführen. „Der Blitz wird sich daselbst, wie ja gewöhnlich an allerlei auch unvollkommenen Leitern, Pfosten, Mauern u. dergl. geschieht, ohne weiterhin einzudringen endigen und verteilen.“ Diese irrige Ansicht ist von nachteiligen Folgen bis zur jetzigen Zeit geblieben. Auf eine solche Autorität gestützt, glaubt man noch jetzt vielfach nicht nötig zu haben, auf die Bodenleitung die so oft betonte Wichtigkeit legen zu müssen.

Wie bei der Hauptleitung, so kann auch bei der Bodenleitung das Material verschiedenartig sein. Wir werden darauf zurückkommen. Immer aber ist Sorge zu tragen, dieses Material gegen die chemischen Wirkungen der Feuchtigkeit und der Gase des Bodens womöglich derart zu schützen, daß eine möglichst lange Dauer gewährleistet ist. Schon die französische Kommission von 1823 drang deshalb darauf, daß die Bodenleitung in Holzkohlen eingebettet werde. Auch spätere gelehrte Kommissionen und Physiker legten bis in die neueste Zeit hierauf Gewicht, während die Praktiker vielfach die schädliche Umhüllung mit Kohle oder Koks feststellten. Durch die daraus sich bildende Kohlensäure werden die Metalle rascher angegriffen und zerstört, als wenn eine solche Kohlenbettung ganz fehlt. Namentlich aber ist die Verwendung von Koks als besonders schädlich durchaus zu verwerfen.

Daß man die Bodenleitung in Brunnen führt ist eine alte Vorschrift. Doch ist selbstverständlich, daß dieselben dauernd Wasser enthalten müssen und nicht zeitweise trocken liegen. Doch hat man mißverständlich bis in die neueste Zeit auch statt der Brunnen Zisternen, Abtrittsgruben und andere wasserdicht gemauerte Flüssigkeitsbehälter benutzt und auf diese Weise die Leitung isoliert. Eine große Anzahl von Unglücksfällen ereignete sich infolgedessen.

Auch wurde dabei in keiner Weise Rücksicht genommen auf die Höhe und Ausdehnung der Leitung und die Anzahl der Auffangstangen. Ist das Gebäude, das durch Blitzableiter geschützt werden soll, sehr ausgedehnt, so muß auch für eine weit vollkommenere Ableitung der Elektrizität durch eine größere Anzahl von Bodenleitungen gesorgt werden.

Lassen sich besondere Brunnen nicht graben, so ist ganz unmöglich, allgemeine Vorschriften über die Anlage der Bodenleitung zu geben, da es hierbei einzig auf die Eigenschaften des Bodens ankommt, die außerordentlich verschieden sein können. Unter allen Umständen ist geboten, das Terrain genau zu untersuchen und sich zu vergewissern, an welchen Stellen dauernd und unabhängig von der je-

weiligen Witterung eine ausreichende Wassermenge in dem feuchten Boden enthalten ist.

Wenn der Boden trocken ist, in welchem sich der Blitzableiter endigt, so muß man ihn entweder tiefer gehen lassen oder in mehrere Zweige verteilen.

Wir übergehen auch hier eine Reihe von Vorschlägen zur besten Bodenleitung, nicht weil sie von Gelehrten ausgegangen sind, sondern weil die Praxis im Laufe der Zeit über bestimmte Punkte entschieden hat, die festgehalten werden müssen, wenn eine möglichst große Sicherheit erzielt werden soll.

Besteht die Bodenleitung aus Drahtseil, so wird das Ende in ein Eisenstück weich eingelötet, dessen anderes Ende ein Schraubengewinde hat. Damit und mit Hilfe eines mit Muttergewinde versehenen Muffs wird das Eisenstück entweder an den obenerwähnten, an der Stange angelöteten Bundring oder an irgend einen anderen Teil des Blitzableiters angeschraubt. Die Verbindung durch die Schraubenkuppelung läßt sich sehr leicht und mit wenig Kosten ausführen, außerdem hat sie aber auch noch den Vorteil, daß das Legen der Bodenleitung, wenn diese aus Stangeneisen besteht, bedeutend erleichtert wird.

Besteht die ganze Leitung aus Kupferdrahtseil, so wird dieses auch zur Bodenleitung genommen, nur muß es an der Stelle, wo es aus der Luft in den Boden übergeht, ein Schutzrohr aus Eisen erhalten, welches wenigstens 1 m tief geführt wird. Dadurch werden zahlreiche Ursachen, welche die baldige Zerstörung des Kupfers veranlassen könnten, beseitigt. Das untere Ende wird dann bis zum Brunnen oder zu einer Schlinggrube geführt, aber nicht bis zur Stelle des höchsten Wasserstandes, sondern vorher mit dem oberen Ende einer wenigstens 4 qcm dicken Eisenstange fest verlötet. Die Stange ist am unteren Ende spitz und wird in den Boden unter der Sohle des Brunnens gut 1 m tief oder tiefer eingeschlagen. Selbst für den Fall, daß bei kleinem Wasserstand der Brunnen oder die Grube trocken werden sollte, so bleibt die Stange doch immer in feuchtem Boden und genügt dann vollständig. Außerdem aber sollen

unterhalb des erwähnten Schutzrohrs beginnend, verschiedene wohl angelötete Zweigleitungen befestigt werden, welche sich in Zweigkanälen verteilen. Diese werden mit fettem Lehm ausgestampft, der die Feuchtigkeit sehr lange hält. Von Zeit zu Zeit kann man sich sehr leicht durch Oeffnen des Brunnendeckels von dem Zustand der Brunnenleitung überzeugen. Wird statt des Brunnens eine Schlinggrube verwendet, so ist darauf zu sehen, daß in dieselbe sich keine sauren Abfallwasser aus Fabriken u. dergl. ergießen, durch welche die Leitung zerfressen werden könnte.

Ist aber kein Brunnen, keine Schlinggrube in der Nähe (Abtritts- und Düngergruben, Zementwasserbehälter ꝛc. dürfen, wie gesagt, nie verwendet werden), so sucht man die feuchteste Stelle des Bodens in der Nähe, läßt eine je nach dem Wasserstand 1 bis 5 m tiefe Grube graben und ist auch da noch geringe Feuchtigkeit, so wird eine 5 m lange Eisenstange in den Boden der Grube gerammt und ihr oberes Ende mit dem Ende der Leitung metallisch verbunden. Obgleich nun die Wahrscheinlichkeit dafür spricht, daß man im Grundwasser, oder doch in dauernd nassem Boden angekommen ist, so werden doch der Vorsicht wegen viele Abzweigungen an der Leitung angebracht und sind diese den anderwärts üblichen Verteilungsplatten aus Kupfer, Blei, Eisen, Zink wesentlich vorzuziehen. Dann wird die Grube mit nassem Lehm ausgefüllt und zum Ueberfluß noch das Regenwasser aus dem nächsten Abfallrohr vom Dache aus hineingeleitet. So wird der Boden selbst in den trockensten Jahren feucht sein. Letzteres ist namentlich auch bei felsigem Boden der Fall, wo die Abzweigungen mit Lehm umhüllt werden und die Leitung in einer dauernd feuchten Lehmgrube enden muß.

Sehr zweckmäßig ist auch an das Kupferseil Seitenverzweigungen anzubringen und diese sowie das Ende der Leitung selbst aufzudrehen und so eine große Verteilung zu bewirken. **(Fig. 73, Taf. VI.)** Einige derselben liegen nahe der Erdoberfläche, damit sie mit vom Regen durchnäßten Erdreich in Verbindung treten; andere werden tiefer gelegt. Mittelstraß kam durch genaue Versuche mit Gal-

vanometer und Rheostat zu dem Ergebnis, daß derartige Endleitungen mit 5 bis 9 Verzweigungen, also 60 bis 108 einzelnen Drähten in fast trockner Erde, in feuchter Erde, im Grundwasser und im Flußwasser weniger Widerstände zeigten, als eine Kupferplatte von 1 m Länge und 0,5 m Breite.

Dienenthal in Siegen verwendet statt Kupferseil ein Kabel von 16 Drähten aus Phosphorbronze zur Erdleitung, dessen Ende ebenfalls aufgedreht wird. Jedes Drahtende versieht er noch besonders mit einer Platinspitze. Fig 66 und 67, Taf. VI.) Diese Einrichtungen sind mindestens ebenso gut als die gewöhnlich empfohlenen und vielfach vorgeschriebenen Bodenplatten, die gewöhnlich zu klein genommen werden; nicht selten auch findet es sich, daß dieselben auf dem Grund eines ausgetrockneten Brunnens liegen, oder nur in das Wasser hineinhängen, aber nicht auf dem Grund liegen; die Verbindung mit dem Wasser allein genügt nicht. Deshalb ist auch nur dauernd nasser Boden als Umgebung der Enden der Bodenleitung nötig. Dies kann, wie schon angeführt, dadurch angestrebt werden, daß alles Tag- und Abfallwasser nach dieser Stelle hingeleitet wird und daß man bei felsigem, sandigem und Geröllboden, die die größten Schwierigkeiten bereiten, dieses Wasser durch Ausstampfen der Löcher und Gruben mit Lehm möglichst vor Verdunstung bewahrt. In solchen Fällen ist es auch angezeigt, die Bodenplatte mit aufgedrehten Drahtseilen zu verbinden. (Figur 72, Taf. VI.) Berghausen hat an den Domen zu Köln und Metz, an verschiedenen Dynamit- und Pulverfabriken 2c. 2c. derartige Bodenplatten von 50 cm im Quadrat mit angelöteten Veräftelungen von 13drähtigen Kupferkabeln gelegt.

Wenn zur Umgebung der Bodenleitung Kohlen empfohlen werden, so geht man dabei von irrigen Ansichten aus. Frisch ausgeglühte Holzkohlen, welche seit 1790 anzuwenden vorgeschlagen wurden, sind allerdings gute Leiter der Elektrizität, wenn sie auch in dieser Eigenschaft den Metallen weit nachstehen. Wie lange aber behalten diese Kohlen ihre relativ gute Leitungsfähigkeit, selbst wenn sie

in Backsteinkanäle eingeschlossen werden? Es dringt Luft und Wasser zu, die Poren der Kohlen füllen sich mit beiden und die Leitungsfähigkeit, die an sich wesentlich geringer ist, als bei Metallen, wird noch mehr geschwächt. Aber es kommt noch ein anderer Punkt in Betracht. Die Kohlen sollen die metallische Leitung gegen chemische Veränderungen im Boden schützen. Aber gerade sie sind es, welche eine fortdauernde Quelle von Kohlensäure abgeben, die ganz besonders zerstörend auf die Metalle einwirkt. So wird also durch ein solches Kohlenbett nicht nur die leitende Verbindung mit dem Boden nicht vermehrt, es wird auch zugleich durch dieselbe der Grund zu einer rascheren chemischen Veränderung, Oxydation und Zerstörung gelegt.

Umhüllen der Leitung mit Graphit oder Koksasche, was auch empfohlen wurde, ist schädlich, weil dadurch die Leitung angegriffen wird.

Es ist auch vielfach ernstlich vorgeschlagen worden, als Teil der Bodenleitung die in größeren Städten selten oder nie fehlenden eisernen Röhren der Wasser- und Gasleitungen zu benutzen. Für Wasserleitungen wurde dieser Vorschlag zuerst vom Professor Hare gemacht und im Lauf der Jahre ist die Anzahl der Anhänger dieser, man könnte fast sagen unbegrenzten metallischen Bodenleitung immer größer geworden. Melsens wendete sie bei seinen großartigen Anlagen in Brüssel u. a. belgischen Städten an und auch die Berliner Akademie hat sich gelegentlich des bekannten Blitzschlags in das Schulhaus zu Elmshorn dahin ausgesprochen, daß es zweckmäßig und empfehlenswert sei, die Bodenleitung mit dem ausgedehnten System von Eisenröhren der Gas- und Wasserleitungen in Verbindung zu setzen.

Durch Beobachtungen während mehr als 20 Jahren ist auch Brooks zum Ergebnis geführt worden, daß aus der Verbindung von Gas- und Wasserleitungen mit den Blitzableitern nicht einmal eine Beschädigung herbeigeführt wurde, während da, wo diese Verbindung fehlte, eine Menge von Unfällen sich ereignete. Eine möglichst große Verminderung des Widerstandes beim Uebergang der Elektrizität vom Leiter in den nassen Boden oder das Wasser läßt sich

nur durch den Anschluß an ausgedehnte Gas- oder Wasserleitungen und ihre Verzweigungen erreichen.

Es ließen sich für diesen Anschluß noch zahlreiche der gewichtigsten Stimmen anführen; die wenigen Beispiele, die dagegen zu sprechen scheinen, weil irgend ein Unglück dabei sich ereignete, sind deshalb nicht maßgebend, weil entweder die Verbindung mit dem Röhrennetz überhaupt fehlte, oder weil die einzelnen Röhrenstücke mit Pech 2c. verbunden waren.

Leider aber widersetzen sich jetzt noch vielfach die Direktionen von Gas- und Wasserleitungen energisch einer solchen Verbindung der Blitzableiter mit dem Röhrennetz. Was in Brüssel u. a. Orten als selbstverständlich gestattet ist, ist in Köln u. a. Orten verboten. Es wäre sehr zu wünschen, daß dieser kleinliche und in keiner Weise berechtigte Widerstand endlich beseitigt würde.

Die Gegner der Verbindung der Blitzableiter mit Gasleitungen wenden hauptsächlich dagegen ein, daß bei dem häufigen Aufgraben der Straßen zu allen möglichen Zwecken die Anschlüsse der Blitzableiter leicht und häufig eine Unterbrechung erleiden könnten, ohne daß es jemand gewahr wird und daß dann der Schutz der Häuser gegen Blitzschlag nicht nur aufhöre, sondern die Gefahr vergrößert werde.

Dieser Gegengrund ist hinfällig, denn die einfachste galvanometrische Probe zwischen Blitzableiter und der nächsten Straßenlaterne zeigt, ob wirklich eine Unterbrechung stattgefunden hat oder nicht. In diesem Fall kann leicht bei offenem Boden die verletzte Stelle gefunden und ausgebessert werden.

Durch derartige Unterbrechungen aber sollen Explosionen in den Gasröhren ermöglicht werden: „die unter der Erde bekanntlich die schlimmsten Folgen haben können“. Aber wie in aller Welt sollen diese Explosionen entstehen, wenn wirklich die Verbindung hergestellt ist?

Die Röhren, sagen die Gegner weiter, liegen großenteils in trocknem, also nicht leitungsfähigem Boden: wo also ausnahmsweise ein Rohr einmal nicht metallisch mit dem nächsten Rohr verbunden ist, da ist die Gefahr der Zerstörung der Rohrleitung durch den Blitz vorhanden.

Wenn es auch kaum annehmbar ist, daß zwischen zwei Rohrstücken gar keine metallische Verbindung vorhanden wäre, so ist doch immer der Boden in der Tiefe, wo die Gasröhren liegen feucht und so gar nicht denkbar, daß hier eine Zerstörung der Leitung eintreten könnte.

Das Leben der Arbeiter an Gasleitungen soll während eines Gewitters aufs äußerste gefährdet werden, wenn dieser Anschluß gestattet würde. Doch wäre dies höchstens möglicherweise dann der Fall, wenn der Arbeiter in unmittelbarer Berührung mit der Leitung steht. Eine Unterbrechung derartiger Arbeiten während des meist ganz rasch verlaufenden Gewitters wäre aber auch keine zu große Schwierigkeit.

Auch in Berlin hatte die städtische Gasanstalt ihre Bedenken wegen der Verbindung der Blitzableiter mit den metallenen Röhren der Gas- und Wasserleitungen ausgesprochen. Kirchhoff spricht in der deutschen Bauzeitung darüber und führt eine Anzahl Autoritäten an, die sich gleichfalls in dem Sinn aussprachen, die Vernachlässigung dieser großen Metallmassen habe veranlaßt, daß neuerlich Blitzschäden an Gebäuden vorkamen, die jahrelang durch Blitzableiter geschützt waren.

Kirchhoff bemerkt besonders, es sei kein Fall bekannt, wo der Blitz ein Gas- oder Wasserleitungsrohr, welches mit dem Blitzableiter verbunden war, zerstört hätte, wohl aber seien Fälle bekannt, wo die Röhren durch den Blitz zerstört wurden, weil sie nicht mit dem Blitzableiter verbunden waren. Alle Beispiele aber zeigen, daß es vorteilhafter ist für den Blitzableiter und das Gebäude einerseits, wie für die Gas- und Wasserröhren andererseits, wenn beide Teile miteinander eng verbunden werden.

Auch die englische Kommission empfiehlt, die Bodenleitung an ihrem unteren Ende zu verzweigen, bezw. sie gabelförmig auszubilden oder sie durch einen Kupferstreifen mit der Wasserleitung zu verbinden und zu verlöten. Oder man löte an das Ende der Leitung eine Kupferplatte von 90 cm bis 1 m im Quadrat und 1,5 mm bis 2 mm Dicke, welche man in beständig feuchtem Boden vergräbt.

Den Anschluß der Leitung an metallene Gas- oder Wasserleitungsröhren im Boden verlangt auch die schweizerische Kommission. Zu diesem Zweck muß der Leiter, nachdem das Metall bloßgelegt worden ist, mehreremale um das Rohr gewickelt und auf eine große Erstreckung verlötet werden. Dann wird die Lötstelle mit Firnis oder Teer überstrichen. Fehlt eine derartige Leitung, so kann man den Leiter an dem unteren Teil einer metallenen Pumpe führen, wenn eine solche in der Nähe vorhanden und der Pumpenbehälter nicht zementiert ist. In allen anderen Fällen ist nötig eine Metallplatte in dauernd nassen Grund zu legen und damit die Leitung zu verbinden.

Wie bei der ganzen Leitung, so ist besonders bei dem Bodenteil nötig, von Zeit zu Zeit, etwa in Zwischenräumen von 2 bis 3 Jahren besonders das in die Brunnen versenkte Ende untersuchen zu lassen. In den verschiedenen Gegenden und Brunnen wird die allmähliche Zerstörung des Eisens eine verschiedene Zeit beanspruchen, je nach den Bestandteilen des Wassers. Die Erfahrung muß also hier an die Hand geben, in welchen Zwischenräumen eine Untersuchung erforderlich ist, und läßt sich im allgemeinen nichts mit Bestimmtheit darüber angeben.

Es kann die Einrichtung leicht so getroffen werden, daß ein etwa nötiges Auswechseln der Endstücke nicht mit besonderen Schwierigkeiten und Kosten verbunden ist. Nur wenn eine galvanometrische Prüfung, auf welche wir zurückkommen, eine Unterbrechung der übrigen Bodenleitung nachweisen sollte, ist erforderlich, daß diese ganz bloßgelegt und untersucht werde. Zu dem Zweck muß ihre Lage durch Steine oder Pfähle dauernd bezeichnet sein.

Leider weiß bis jetzt die Praxis von einer solchen Untersuchung noch nichts, so oft und so eindringlich auch darauf hingewiesen worden ist. Selbst in den Ländern, in welchen gesetzliche Bestimmungen über die Blitzableiter vorhanden sind, wird es mit solchen Prüfungen nur zu leicht genommen oder sie unterbleiben ganz.

16. Schutz der Kirchen.

Wenn es an anderen Beispielen fehlte, die beweisen, daß vielfach der Unverstand mehr herrscht, als man sich gewöhnlich schmeichelt, so könnten immer noch sehr viele Kirchen redende Zeugen sein, daß das Hergebrachte gegen bessere Einsicht ankämpft und den Beutel zuhält, wenn es eine gemeinnützige Ausgabe gilt, die sich reich verzinsen kann. Denn obgleich die Kirchen infolge ihrer Größe und meist hervorragenden Stellung dem Blitzschlag am meisten ausgesetzt sind, finden sich doch noch viele unbewaffnet und jedes Jahr bringt neue Unglücksfälle, die sie ereilen. Der Blitz nimmt so wenig Rücksicht auf Profangebäude wie auf Gotteshäuser. Er unterbricht jäh auch die heiligsten Handlungen.

Am 23. Juni 1881 schlug der Blitz frühmorgens in den Turm der Kirche in Ueberlingen am Bodensee im Augenblick, als der Geistliche die Monstranz erhob, um den Segen zu geben; er blieb, vielleicht seines seidenen Ueberkleides wegen, verschont, aber von den weißgekleideten und bekränzten Mädchen der ersten Bank waren drei tot, das vierte starb einige Tage später und der Küster blieb etwas gelähmt. Derartige Beispiele sind sehr zahlreich. Mit Recht legen daher die Feuerversicherungs-Gesellschaften hohen Wert auf die Sicherung der Kirchtürme durch Blitzschlag. Die Rheinische Provinzial Feuer-Societät zu Köln, bei welcher die meisten Kirchen der Rheinprovinz versichert sind, hatte früher jedes Jahr große Entschädigungsausgaben für Blitzschläge. Seitdem hunderte von solchen versicherten Kirchen mit Blitzableitern bewaffnet worden, wurde kein Fall bekannt, daß auch nur eine durch Blitzschlag beschädigt worden wäre. Doch sind den Behörden zahreiche Fälle bekannt, wo die Ableiter getroffen wurden und den Blitz unschädlich in den Boden führten.

1744 schlug der Blitz in einer Stunde neunmal in den Turm des Straßburger Münsters; im Juli 1759 entzündete er zum sechstenmal das Dach und schon im Oktober des folgenden Jahres traf ein Blitzstrahl den Turm des-

selben und zerschmetterte die Pfeiler, welche die Laterne tragen; die Reparatur kostete über 100,000 Franks. Obgleich sich diese Ereignisse so oft wiederholen, daß eine bestimmte jährliche Summe im Stadthaushalt festgesetzt war, welche zur Ersetzung des Schadens verwendet werden sollte und von 1803 bis 1833 jährlich im Durchschnitt 1000 Franks dafür wirklich verwendet wurden, so blieb doch ein schon 1780 vorgelegter Plan der Bewaffnung des Turms mit einem Blitzableiter, als zu kostspielig, unausgeführt. Erst 1833 wurde der Münsterturm mit einem Blitzableiter versehen und seitdem nicht mehr durch Blitzschlag verletzt.

1561 wurde die wunderschöne Pyramide des Freiburger Münsters durch einen Blitzschlag derart heimgesucht, daß zur Wiederherstellung desselben Werkmeister von Straßburg, Colmar und Ettlingen berufen wurden und die benachbarten Stifter zu den Wiederherstellungskosten beisteuerten. Am 2. Januar 1819 traf der Blitz denselben Turm, durchlief ihn bis zu den Glocken und setzte dann seinen Weg an einem Draht fort, der zu der Wohnung des Turmwächters unter dem Glockenstuhl nach einer Signalschelle führte. Ein Knabe, der gerade unter dem Handgriff des Drahts sich befand, wurde getötet. Am 10. Januar 1843 nahm ein Blitz fast denselben Weg, ging, ohne merklichen Schaden zu verursachen, durch die Pyramide, sprang dann zur Schneckenstiege über, sprang von Klammer zu Klammer, durch welche die einzelnen Steine verbunden sind, schmolz auf seinem Weg den Sandstein oberflächlich und lief dann wieder am Schellendraht abwärts; dieser wurde dabei teilweise geschmolzen und zerrissen. Erst 1844 wurde der Blitzableiter aus einem von 6 je 2 mm dicken Kupferdrähten gebildeten Seil wieder hergestellt, damit die Eisenstangen in der Pyramide, die Glocken und alle größeren Metallmassen in leitende Verbindung gebracht und dann eine gute Bodenleitung gelegt. Am 28. April 1847 folgte ein Blitz diesem Seil, ohne den geringsten Schaden zu verursachen.

Wenn es aber bei den herrlichsten gotischen Bauwerken so lange dauerte, bis die kleinliche Sparsamkeit und andere sonderbare Gegengründe überwunden waren, wenn

reiche Städte voll Intelligenz ihre Türme nicht gegen Blitzschlag sichern*) kann es uns da erstaunen, wenn unsere meisten Dorfkirchen noch ohne Blitzableiter sind?

Daher die vielen Opfer, die Jahr für Jahr sich der elektrische Funke ausersieht. Der Turm der Lorenzkirche in Nürnberg wurde am Abend des 6. Januar 1865 von einem Blitzschlag entzündet, und die wunderbar schöne schlanke Spitze brannte bis auf die Steingiebel ab.

Dasselbe Gewitter schlug schon am Mittag desselben Tags zwischen 12 und 1 Uhr in den Turm der Neubaukirche in Würzburg.

Am 30. Juni 1882 schlug bei einem Gewitter, das in Untersteiermark und Krain großen Schaden an Kirche, Menschen, Vieh und Gebäuden verursachte, der Blitz auch in den Kirchturm des Marktfleckens Senosetsch auf dem Karst. Die gesamte Schuljugend, etwa 200 Kinder, war beim Gottesdienst. Die Mehrzahl der Kirchenbesucher ward zu Boden geworfen und mehrere schwer verletzt. Dem Steueramtsdiener geriet die Beschuhung in Brand, zwei Personen wurden auf einer Seite gelähmt und die meisten Kinder lagen bewußtlos am Boden; doch mußte nur eins in diesem Zustand nachhause getragen werden. Die Schutzvorrichtung des Turmes erwies sich natürlich nachträglich als sehr mangelhaft.

Der Turm der Kathedrale in Siena wurde im vorigen Jahrhundert mit einem Blitzableiter versehen, aber beim Volke wurde „die Ketzerstange“, „der Teufelsfinger“ als gotteslästerlich angesehen, bis 1777 der Blitz einschlug und nicht nur ohne die Kirche zu beschädigen abging, es war auch das Spinngewebe zwischen Turm und Ableiter unverletzt geblieben. Von da an wurde die neue Einrichtung erst gewürdigt.

---

*) Als Beispiel sei nur angeführt, daß 1870 der große Knopf des Turmes der Allerheiligenkirche in Erfurt zerstört wurde, und daß 1874 vom Turm des Eschenheimer Thores in Frankfurt a. M. die elektrisch isolierte Wetterfahne von 25 kg nebst 100 kg Steintrümmern durch den Blitz herabgeschleudert wurden und der Türmer mit seiner Familie in größter Lebensgefahr schwebte.

Trotzdem sind noch zahllose Kirchen und Türme ohne Schutz gegen Blitzschlag. Von den zahlreichen Schadenblitzen aus dem Sommer 1886 sei nur der vom 11. Juli erwähnt, wo der Blitz in den Kirchturm zu Merkendorf bei Gunzenhausen im Altmühlthal einschlug und zündete. Der Turm brannte in seinem oberen Teile, der Laterne, vollständig aus, so daß Knopf, Stange, Fahne und Stern hinunterfielen. Die Hauptkuppel erlitt ebenfalls Schaden.

Die Petrikirche in Berlin wurde nach zweimaliger Einäscherung durch den Blitz möglichst solid und feuersicher wieder aufgebaut. Eine besondere Kommission trat zur Beratung zusammen, wie der Blitzableiter für dieselbe anzulegen sei. Ihre Vorschläge wurden durchgängig angenommen und ausgeführt.

Da die ganze Turmspitze aus Eisen konstruiert und mit Zink gedeckt ist, so wurde nicht für nötig erachtet, die Spitze noch mit einer besonderen Auffangstange zu versehen. Dagegen wurden an die eisernen Dachsparren im Inneren und an die Zinkbedeckung außen Kupferdraht angelegt; so daß von hier aus alle Elektrizität nach unten abgeleitet werden kann. Tiefer unten vereinigt sich der innere mit dem äußeren Draht und beide sind dann gemeinschaftlich an der Außenseite des Turms weiter geleitet bis zur First des Daches, auf welcher die Leitung weiter geführt ist bis zu einer eisernen Auffangstange an dem Anfallspunkt des Chordaches. Von da aus führen Zweigdrahtleitungen nach allen Abfallrohren und sind an diesen befestigt. Diese Rohre sind von starkem Zinkblech, so daß durch sie eine weitere Leitung an der Außenseite des Gebäudes ohne eigentliche Wagnis unternommen werden kann. Von den unteren Ausgüssen der Abfallrohre führt ein Kupferdraht als Bodenleitung durch eine mit gut ausgeglühten Holzkohlen gefüllte Thonröhre bis zum Grundwasser. Die Drahtstärke der Bodenleitung beträgt etwa 6 mm. Die Verbindung der einzelnen Stücke untereinander ist dadurch hergestellt, daß die Enden flach geschlagen, vernietet und gelötet werden. An den Eisensparren und Zinkrohren sind Kupferplatten angenietet, an welche dann der Kupferdraht wieder durch Nieten befestigt wird.

Am Mauerwerk und auf dem Dache wird der Draht von eisernen, mit Porzellan ausgefütterten Oesen (!) gehalten, welche mit eisernen Lappen befestigt sind.

Es zeigt dieses Beispiel, wie beim Schutz eines Turmes und einer Kirche verfahren werden kann. Ist auch nicht zu leugnen, daß die Verwendung der Abfallröhren sein sehr Mißliches hat, wie S. 60 gezeigt wurde, so ist doch der Plan im ganzen durchaus zweckmäßig und sicherstellend, wenn auch die seitherigen Betrachtungen zeigen, daß einzelne Teile, genau genommen, nicht notwendig sind.

Im allgemeinen ist zu beachten, daß der Turm oder jeder der Türme mit Auffangstange und Hauptleitung versehen werden; sie schützen zwar wohl in manchen Fällen auch das Schiff, aber es ist zweckmäßig, daß auch über dem Schiff oder Chor noch eine oder selbst zwei Auffangstangen angebracht, und jedenfalls Dachreiter oder andere Türmchen, hervorstehende Kreuze 2c. mit in die Verbindung hineingezogen werden. In der Regel genügt für eine nicht zu große Kirche eine Haupt-Bodenleitung, in welcher die verschiedenen Zweigleitungen sich vereinigen. Werden bei großen Kirchen zwei Erdleitungen beliebt, so müssen diese jedenfalls vorher in Verbindung gesetzt werden. Zwei Hauptleitungen für einen Turm sind überflüssig.

Die neuen Leitungen am Kölner Dom, die Herr Berghausen 1881 und 1882 anfertigte, haben die folgenden Verhältnisse:

An den zwei Haupttürmen zusammen	377 m
An Schiff und Chor	416 m
Verbindungen der eisernen Dachkonstruktionen, der Chordächer, Glocken und Metalldächer . . .	120 m
	913 m

eines 12drähtigen äußerst dicken Kupferkabels von 18 mm Querschnitt; dazu 5 Bodenleitungen, welche in mit fettem Lehmboden gefüllte Schlinggruben gelegt sind; sämtliches vom großen Gebäude kommende Regenwasser wird auch dahin geleitet.

Nicht selten soll an einem fertigen Turm ein Blitzableiter angebracht werden. Läßt sich an der Helmstange

keine Verlängerung über die Windfahne hinaus gut anbringen, so wurde vorgeschlagen, gleich über dem Knopfe um den darüber aufsteigenden Träger der Windfahne ein kupfernes Halsband aus zwei miteinander verschraubten Halbringen anzulegen, das mit vier Auffangspitzen versehen wird. (**Fig. 78, Taf. VII.**)

Zweckmäßiger jedoch ist, mit dem Träger der Windfahne die Leitung in Verbindung zu setzen und erstere mit einer Spitze zu bewaffnen oder auch diese, sollte es besondere Schwierigkeiten machen, ganz wegzulassen. Die Gebr. Mittelstraß in Magdeburg lassen durch Hahn, Kreuz und Turmknopf eine solide Eisenstange gehen, welche auf mehreren eisernen Trägern ruht, **Fig. 74, Taf. VI** und **Fig. 75, Taf. VII.** Am unteren Ende innerhalb des Turmdaches ist dann die kupferne Verbindung angeschraubt, und das Seil wird außerhalb herabgeführt.

Auf stumpfen Türmen muß die Auffangstange höher sein, als wenn sie ein spitzes Dach haben. Im letzteren dient schon eine Wetterfahne, deren obere Spitze vor Rost geschützt ist, als Auffangstange. Auf niederen stumpfen Türmen genügt eine Auffangstange von 3 bis 4, bei höheren eine von 4 bis 5 m. Ist auf einem spitz zulaufenden Turm keine Wetterfahne, so genügt eine Auffangstange von 1 bis 2 m Länge. Wird das metallene Kreuz oder der Wetterhahn mit einer guten Leitung verbunden, so genügt dies vollkommen.

Die Nikolaikirche in Greifswald war mit einem Blitzableiter versehen, der zahlreiche Blitzschläge ohne Beschädigung abführte. Nachdem 1876 Gasbeleuchtung eingeführt worden war schlug einige Wochen später der Blitz ein und zündete, weil man nicht das Röhrensystem mit dem Blitzableiter verbunden oder die Endleitung bis zur Gasleitung geführt hatte. Aehnliche Beispiele sind zahlreich.

Auf derartige bauliche Aenderungen ist also auch bei den Kirchen wesentlich Rücksicht zu nehmen.

Auch der ganz massiv erbaute Rembertikirchturm in Bremen wurde am 3. Mai 1885 vom Blitz getroffen, dieser sprang aber davon ab, durchbrach die starke Mauer an

einer Stelle, wo innen ein Gasarm angebracht war und folgte nun, ohne irgend welchen Schaden zu thun der Gasleitung nach dem Boden.

Ueberhaupt sind die Fälle, wo der Blitz von einem Haus oder von einem Baum nach der benachbarten Gasleitung übersprang, sehr häufig.

Es ist nicht recht ersichtlich, warum die englische Kommission zwar alle großen Metallmassen in und an Gebäuden an die Leitung angeschlossen haben will, aber nicht Kirchenglocken, wenn diese sich in gut geschützten Glockentürmen befinden. Auch wenn der Glockenstuhl aus Holz gezimmert ist, so wird eine solche Verbindung keine technischen Schwierigkeiten machen, wenn man die festliegenden Lager benutzt; bei einem eisernen Glockenstuhl fällt jede Schwierigkeit ganz weg, und ist auch bei solchen eine Einschaltung in die Leitung doppelt angezeigt.

Aehnlich wie bei Kirchen wird die Anlage bei Blitzableitungen auch bei anderen mit Türmen versehenen Gebäuden sein.

---

17. Schutz der Schornsteine und besonderer Bauwerke.

Wenn eine leitende Dampf- oder Gassäule vom Kamin eines Gebäudes aus bis zu seinem Inneren sich erstreckt, so kann ein elektrischer Körper über dem Gebäude (eine Gewitterwolke) die Gassäule durch Verteilung laden und diese kann daher je nach der Stärke der Verteilungselektrizität schwächere oder stärkere Wirkungen auf die in ihrer Nähe befindlichen Leiter ausüben.

Ein ausgezeichneter Professor der Chemie in Straßburg wäre vor einigen Jahren fast das Opfer eines Blitzstrahls geworden, der durch das außen verlängerte Blechrohr des Ofens in sein Laboratorium geleitet worden war. Die Zerstörungen waren sehr bedeutend, doch war glücklicherweise kein Menschenleben zu beklagen. Es sind daher eiserne

Schornsteine aus bewohnten Gebäuden zu verbannen oder doch wenigstens mit guten Ableitern zu versehen.

Hohe Fabrikschornsteine sind wie Kirchtürme durch ihre hervorragende Höhe Blitzschlägen besonders ausgesetzt, sie sind deshalb besonders mit Blitzableitern zu versehen.

Bei neuen Fabrikanlagen wird jetzt von vornherein auf die Anlage von Blitzableitern Rücksicht genommen, doch sollen auch nicht selten schon länger stehende Schornsteine bewaffnet werden. Auch ist es nicht einerlei, welcher Art die Dämpfe sind, welche aus denselben emporsteigen. Unter allen Umständen ist die Anlage eines Blitzableiters über der Mitte der Schornsteinmündung zu verwerfen. Er wird an der Wetterseite seitwärts angebracht, damit der Wind, Rauch und Dämpfe von der Stange vorwiegend wegbläst. Bei einem gemauerten alten Kamin wird von Felten und Guilleaume die Fangstange durch einen starken inneren und über den Oberrand des Schornsteins reichenden Träger und einen oder zwei äußere kleinere Träger befestigt. (**Fig. 77, Taf. VII.**) Bei einem neuen Kamin aber werden die äußeren Träger gleich mit eingemauert. (**Fig. 76, Taf. VII.**)

Bei den hohen Schloten chemischer Fabriken, Gasanstalten u. dergl. ist aber mit Wahrscheinlichkeit vorauszusehen, daß trotz aller Vorsicht die Leitung, wenn sie nicht ganz besonders geschützt ist, im Lauf der Zeit angegriffen wird; sie wird oben am Kopf oder auch an der Fangstange zerfressen, ob nun die Leitung ganz aus Eisen oder aus einem verstärkten und eisengepanzerten Kupferkabel oder aus einem oder mehreren massiven Kupferdrähten besteht. In diesem Fall verwendet man nach Berghausen am besten doppelt starke eiserne Fangstangen aus Preßröhren, die möglichst weit ab von der Rauchsäule gestellt und mit einem schützenden Bleimantel umgeben werden. Auch muß die das Kupferdrahtkabel umschließende Eisenröhre ziemlich weit am Kamin abwärts geführt werden, damit das unbedeckte Kupferseil möglichst wenig mit dem Rauch unmittelbar in Berührung kommen kann. Auf Säurefabriken verwendet Berghausen verbleites, nicht verzinktes Kupferseil, weil es so

am meisten gegen saure Dämpfe geschützt ist. Wegen der in Deutschland vorherrschenden Westwinde wird die Fangstange auf der Westseite des Schornsteins angebracht und möglichst hoch ausgeführt, weil so der Rauch möglichst von der Spitze entfernt gehalten wird.

Die oft erwähnte englische Kommission schlägt vor, um die Krone des Schornsteins einen kupfernen Ring zu legen, in welchen in Entfernungen von 50 bis 75 cm kupferne Spitzen in einer Länge von 25 bis 40 cm eingelassen werden. Diese müssen durch eine gute Gold-, Platin- oder Nickelplattierung gegen die zerstörende Wirkung des Rauches geschützt sein.

Bei eisernen Schornsteinen werden die Träger der Auffangstange an den oberen Rand des Schornsteins selbst angeschraubt, dieser ist dann zugleich die Leitung und wird nur das untere Ende mit einer guten Bodenleitung versehen.

Wenn Schornsteine nur wenig über die Dachfirst sich erheben, so genügt eine ganz kurze Auffangstange. Doch sind scharfe Biegungen, die sich dem Schornsteingesimse anpassen, durchaus verwerflich. Auch ist es nicht gut, die Fangstange in der Mitte des Schornsteins zu errichten, weil da das Metall zu sehr von dem Rauch angegriffen wird. Am einfachsten und bei niederen Schornsteinen vollkommen genügend ist es, wenn schwache Zweigleitungen von der Hauptleitung ab nach den Schornsteinen und bis zu deren oberem Rande geführt werden; eine besondere Auffangstange, auch eine ganz kurze, ist nicht nötig.

Beachtenswert ist, daß zur Spezialität der Gebr. Mittelstraß in Magdeburg und vielleicht auch anderer Fabrikanten gehört, auch während des Betriebes hohe Schornsteine mit Blitzableitern zu bewaffnen oder diese auszubessern ohne ein Gerüst aufzuschlagen.

Es bleibt uns noch übrig, einige wenige Einrichtungen von Blitzableitern zu betrachten, die eigentlich nur ein örtliches Interesse beanspruchen und deshalb auch möglichst kurz zu behandeln sind.

In einzelnen Gegenden, besonders in Norddeutschland, kommt es auf ausgedehnten Landgütern und Bauerhöfen

gar nicht selten vor, daß eine Stroh- oder Schindelbedachung gegen Blitzschlag geschützt werden soll. Da dieser Fall auch von früheren Schriftstellern vorgesehen wurde, so möge seiner auch hier kurz gedacht sein, obgleich die Einrichtung keine wesentlichen Abweichungen darbietet. Wenn die Auffangstange und die Dachleitung durch untergelegte Bretter von der Strohbedeckung getrennt sind und sonst wie gewöhnlich, aber mit besonderer Vorsicht verfahren wird, so ist nicht zu fürchten, daß der Blitz die weiche Bedeckung entzünde.

Windmühlen sind infolge ihrer erhöhten Stellung ganz besonders dem Blitzschlag ausgesetzt; nach Holtz liegt die Blitzgefahr zwischen 1650 (Vorpommern) und 10800 (Landdrostei Aurich) für Schleswig-Holstein 14420 auf 1 Million, während für andere Gebäude die Blitzgefahr 230 bei ländlichen und nur 130 bei städtischen Gebäuden beträgt.

Die Mühle zu Brockstedt in Holstein wurde im Mai 1878 vom Blitz getroffen; der Müller war bei dem heraufziehenden Gewitter beschäftigt, die Sturmbretter aus den Flügeln zu nehmen. Dabei stand eine Rute aufrecht mit ihrer Spitze etwa 1,5 m höher als die Fangspitze des Blitzableiters. Der Blitz schlug in die aufrecht stehende Rute, zerstörte diese bis zur Höhe der Auffangspitze, ging dann auf diese über und verlief sich unschädlich in die Erde. Der Müller blieb unbeschädigt. Hier reichte die Höhe der Fangstange für den Fall nicht aus, daß das Mühlenflügelkreuz aufrecht gestellt war. Für den gewöhnlichen Fall des in Scheren stehenden Kreuzes würde der Ableiter ausgereicht haben.

Bei einer Windmühle wird eine Blitzableiteranlage wesentlich erschwert durch die Beweglichkeit der höchsten Teile, der Flügel und des Daches. **Fig. 80, Taf. VII**, zeigt, wie bei sehr sorgfältiger Arbeit doch ein Schutz erreicht werden kann. Um den obersten Teil der feststehenden Mühle wird ein genau kreisförmiger starker Kupferring e e angelegt, auf welchem die bei d unten breit geschmiedete Fortsetzung der an einem Mast mit Ringen a, b, c befestigten Auffangstange beim Umdrehen schleift. Auch auf

dem obersten breiten Teil der weiteren in den Boden führenden Leitung schleift die Unterseite von d und kann so eine direkte Verbindung zwischen Spitze und Boden hergestellt werden. Die Fangstange erhält eine solche Höhe, daß sie über die Flügel hervorragt. Dadurch aber wird der Mast der Gefahr ausgesetzt, bei Sturm umgeworfen zu werden. Wird jeder Flügel, **Fig. 81, Taf. VII**, mit einer kurzen Fangstange versehen und diese bis zur Achse A verlängert, die Leitungen in einem Ring c vereinigt, der auf der Achse A schleift, so stehen die Spitzen, welche auch gerade oben ist, mit der eisernen Mechanik in Verbindung, die allerdings da und dort durch Räder- und Achsenschmiere unterbrochen wird, und mit der Bodenleitung durch h in Verbindung gesetzt werden kann. Oder man läßt die Verbindung d des Achsenringes wieder auf dem Kupferring e e wie vorhin schleifen. Die Gebr. Mittelstraß in Magdeburg führen die Leitung bei einer einfachen hölzernen Mühle von der Fangstange auf dem Dach zu dem starken mittleren Holzzapfen, auf dem sich die Mühle dreht und endet daselbst das Drahtseil in einer Feder, welche gegen einen starken eisernen oder kupfernen Ring drückt, der auf dem Zapfen sitzt. Von da aus führt die Leitung in den Boden. Andere Einrichtungen sind ähnlich den schon beschriebenen.

---

18. Blitzableiter auf Pulvermagazinen.

Am 18. August 1769 schlug der Blitz in einen Pulverturm zu Brescia. 100,000 kg Pulver wurden entzündet und dadurch eine so furchtbare Explosion hervorgebracht, daß $^1/_3$ der Häuser dieser großen und schönen Stadt umgestürzt und die anderen bedeutend beschädigt wurden. 3000 Menschen verloren bei diesem unglücklichen Ereignis das Leben.

1785 wurde ein Pulvermagazin zu Tanger, 1807 ein solches zu Luxemburg und 1808 eins im Fort St. Andrea

del Lido zu Venedig durch den Blitz entzündet und in die Luft gesprengt.

Derartige Beispiele ließen sich noch wesentlich vermehren. Es ist auch kein Grund vorhanden, warum gerade solche Gebäude vor Blitzschlag gesichert sein sollten, wenn nicht besondere Vorkehrungen getroffen sind.

Es ist jedoch eine irrtümliche Meinung, der Blitz müsse unter allen Umständen Schießpulver entzünden. Es sind merkwürdige Fälle bekannt, wo dies nicht der Fall war. 1557 schlug der Blitz in den Geisturm bei Zürich, der damals viel Pulver enthielt, entzündete dieses aber nicht. Fast 100 Jahre später dagegen wurde er bei einer solchen Gelegenheit in die Luft gesprengt. 1761 schlug der Blitz in ein Forsthaus bei Nienburg an der Weser, durchbrach mehrfach Mauern, traf dann eine an die Wand gelehnte Büchse, schmolz deren Lauf an der Mündung zu und einige Schloßteile, die Pulverladung aber blieb unverbrannt. In anderen Fällen, wo geladene Gewehre getroffen wurden, entluden sich dieselben.

Bei der großen Gefahr aber, die mit einem Blitzschlag in Pulvermagazine und manche chemisch-technische Fabriken verbunden sein kann, wurde hier der Blitzableiter von Anfang an besonders empfohlen und angenommen, dabei mit besonderer Vorsicht zu Werke gehen zu müssen.

Eine solche kann jedoch nicht überall gefunden werden. In Rom hat man sogar auf dem flachen agro romano ganz besonders Blitzschlägen ausgesetzte Pulvermagazine durch Pappelanlagen zu schützen geglaubt. Dagegen ist nicht abzusehen, warum bei gewöhnlichen Gebäuden eine geringere Vorsicht zum Schutz gegen Blitzschlag ausreichen soll, als bei Gebäuden mit feuergefährlichem Inhalt. Oder umgekehrt: warum sollen Pulvermagazine u. dergl. sorgfältiger geschützt werden, als Wohngebäude? Sobald die Errichtung der Blitzableiter vollkommen und durchaus zweckentsprechend ist, müssen diese in allen Fällen vollkommen ihrer Aufgabe genügen. Dieser Ansicht ist schon Franklin gewesen. „Da man jedoch in der Anwendung der anderen Methode (mit sogleich zu erwähnenden Masten) eine größere Beruhigung

gefunden hat", schreibt er, „so hätte ich ihr nichts entgegenzusetzen, nur sollen die Mastbäume so angebracht werden, daß sie nirgends als Hindernis im Wege stehen und so fest eingesetzt werden, daß die an denselben befindliche Leitung durch den Wind nicht unterbrochen werde." „Da jede Unterbrechung der Leitung", sagt die ältere französische Instruktion, „die Entstehung eines Funkens bewirkt, so müßte der Pulverstaub, der überall umherfliegt und sich im Inneren und selbst an der Außenseite dieser Gebäude festsetzt, entzündet werden und könnte seine Entzündung bis zum Pulver fortpflanzen." Man hatte deshalb früher schon vorgezogen, nicht auf dem Gebäude selbst Blitzableiter zu errichten, sondern dieselben an Masten zu befestigen, welche dann um das Gebäude herum aufgestellt wurden, **Fig. 82, Taf. VIII.** Die Praktiker erkannten aber bald, daß diese Maßregel sehr ungenügend sein mußte. „Soll ein Gebäude", sagt der alte Hemmer, „mittels solcher auf Masten errichteter Leiter geschützt werden, so darf es erstlich kein solches sein, das mit Schornsteinen oder anderen merklich emporstehenden Teilen versehen ist, weswegen alle Wohnhäuser nebst vielen anderen Gebäuden des Schutzes dieser Art unfähig sind. Zweitens müßte man alle Metalle, die von einiger Beträchtlichkeit sind, von diesem Gebäude wegschaffen." Daraufhin verwirft er auch den Mastenschutz bei Pulvertürmen vollständig. Trotzdem empfahl sie die schon mehrfach erwähnte Pariser Kommission von 1823 wieder. „Es würde genügen, den Stangen 2 m Länge zu geben, aber den Mastbäumen gibt man eine solche Höhe, daß sie mit ihren Stangen über die Gebäude wenigstens 4 bis 5 m emporragen. Man thut auch sehr wohl, diese Blitzableiter in größerer Zahl zu vervielfältigen, als man es unter anderen Bedingungen zu thun pflegt; denn hier sind Unglücksfälle von der schlimmsten Art zu befürchten." Bei eigentlichen Pulvertürmen, wo das Anbringen solcher weit überragenden Masten große Schwierigkeiten machen muß, empfiehlt sich eine doppelte Leitung am Gebäude selbst, aber ohne Auffangstangen.

Diese Ansichten und Vorschläge der französischen Kommission schleppen sich durch die technischen Schriften bis zur Neuzeit fort. Kuhn hat auch hier das große Verdienst, die Einwände der Techniker früherer Zeit genau geprüft zu haben und an der Hand der Wissenschaft zu einem bestimmten Ergebnis gekommen zu sein.

Vor allem mußte nach dem Vorschlag der Kommission die Frage zu beantworten sein: Wie viele Masten sollen um das Gebäude errichtet werden? Bei den noch immer herrschenden Zweifeln über die Größe des Schutzkreises müßten dieselben sehr wesentlich vermehrt werden, um alle Wahrscheinlichkeit eines Blitzschlages zu beseitigen, auch müßten alle größeren Metallmassen an dem Gebäude selbst vermieden werden. Auch wären alle Masten untereinander leitend zu verbinden und mehrere starke Ableitungen, die in Wasser endigen, anzubringen.

Ein solcher Schutz wäre aber besonders in Festungswerken sehr störend, und wollte man sie genau nach Angabe der französischen Kommission ausführen, so könnte die Ableitung (**Fig. 82, Taf. VIII**, punktiert) sogar dem Gebäude wesentlich gefahrbringend werden.

Der Schrift von Eisenlohr entlehnen wir das folgende spezielle Beispiel, das zeigt, daß bei derartigen Anlagen besondere Verhältnisse in Betracht kommen, die jedoch auch mit den gewöhnlichen Umständen in Einklang gebracht werden können.

Ein bombenfester Teil einer Festung habe 26 m im Durchmesser und bis zur Spitze der Erdbedeckung eine Höhe von 10 m. Er ist kreisförmig gebaut, überwölbt und mit Erde bedeckt. Das ringsum laufende Gewölbe dient in Friedenszeiten, das innere in Kriegszeiten als Pulvermagazin. Weil die Gewölbe nach diesem inneren Raum sich nach allen Seiten neigen, so sammelt sich über ihm in der Erde das Regenwasser; um dieses abzuleiten, führen Bleiröhren in eine Senkgrube. Ein Blitz, der die Redoute trifft, kann also mitten durch das Pulvermagazin in die Erde fahren. Nach Eisenlohrs Vorschlag soll

daher die Auffangstange an einer stark geteerten und in die Erdbedeckung eingelassenen hölzernen Stange angebracht und mit einer Leitung in Verbindung gesetzt werden, die von hölzernen Stützen getragen wird. Außerdem sollen noch drei Masten ringsum die Redoute in einem Abstand von etwa 3 m von derselben errichtet werden, die auch mit Auffangstange und Leitung versehen und so hoch sein müssen, daß jede auch die ganze Oberfläche schützen kann; sie müßte demnach eine Höhe von $10 + \frac{26 + 3}{2} = 24{,}5$ m haben.

Nach den angeführten Gründen erscheint eine solche Anordnung zweckwidrig und vielfach selbst unausführbar. Am einfachsten scheint es zu sein, die Wasserleitung von der Erdbedeckung aus, sowie die Leitung von der Auffangstange durch das Mauerwerk zwischen dem äußeren und dem inneren Gewölbe zu führen. Es bedarf dazu nur eines einzigen, bei dem Bau ausgesparten Kanals, der nach dem Legen der Leitungen wieder zugemauert wird. Ebenso kann die Leitung bis außerhalb des Magazins geführt und da mit einer guten Bodenleitung verbunden werden. Auf diese Weise ist dann die Leitung vollkommen von dem Pulver abgesperrt, die Auffangstange erhält die entsprechende Höhe und die Masten, sowie die äußere Leitung fallen ganz weg.

Da von der älteren französischen Kommission im Jahr 1854 nicht besonders auf den Schutz der Pulvermagazine Rücksicht genommen worden war, so veranlaßte der Kriegsminister die Pariser Akademie im Oktober 1866 die alte Instruktion für Herstellung von Blitzableitern für Pulvermagazine nach dem neuesten Stande der Wissenschaft zu revidieren. Die neue Kommission begründete ihre Ansicht ausführlich. (Comptes rendus 1867, Nr. 3, Jan. 21.)

Schon früher war an verschiedenen Stellen, namentlich auch bei Gelegenheit der Auffangstangen davon die Rede. Wahrscheinlich kannte die Kommission Kuhns vorher entwickelte Ansicht nicht, denn sie ging wieder auf die

Masten zurück. Danach formuliert sich die Meinung der französischen Akademiker so:

Der Ableiter ist nicht am Gebäude selbst anzubringen. Jedes Magazin von beträchtlicherer Größe (28 m Länge, 20 m Tiefe, 11 m Höhe) wird von drei Blitzableitern umgeben, zwei werden an den beiden Endpunkten der Langseite der Umfassungsmauern, die den Gewittern am meisten ausgesetzt sind, angebracht, und der dritte ungefähr in der Mitte der entgegengesetzten Seite. Diese Blitzableiter, deren Auffangstange eine Höhe von 5 m haben soll, werden auf Trägern von 15 m Höhe errichtet, längs deren die Leitung in den Boden führt. Eine Leitung, welche man Gürtelleitung nennen kann, weil sie in geringer Tiefe unter dem Boden außerhalb um die Ringmauer und die Enden der Tragstangen zieht, wird hier mit jedem der drei Ableiter metallisch verbunden, man kann dann von ihr aus den passendsten Platz suchen, um die unterirdische Leitung mit dem Wasser in Verbindung zu bringen. Bei Magazinen mittlerer Größe genügen zwei Ableiter und bei kleinen Gebäuden dieser Art selbst einer, aber in allen Fällen ist eine Gürtelleitung zu legen. Auch wenn überragende Felswände oder Gebäude in der Nähe sind, ist doch für die Pulvermagazine ein besonderer Schutz erforderlich. Die Träger können aus irgend welchem Material sein, das Festigkeit genug besitzt, den Wirkungen des Windes dauernd zu widerstehen. Die Gürtelleitung besteht aus drei Teilen, von denen der eine, welcher von dem einen Endpunkt der Langseite zum anderen geht, eine gerade Linie bildet; die beiden anderen sind ähnlich und bilden die übrigen Seiten des Dreiecks. Diese drei Teile sind unter sich und mit den absteigenden Leitungen vereinigt, wie **Fig. 84, Taf. VIII,** zeigt. Ein besonderer Schutz, eine Ueberdeckung der Gürtelleitung ist nur da erforderlich, wo ein Weg darüber hinführt.

Ist das unterirdische Wasser erst in einer Entfernung von einigen 100 m oder selbst Kilometern anzutreffen, so wird dadurch die praktische Ausführung erschwert. In einem solchen Falle würde es vorteilhaft sein, die ganze Methode zu

ändern und statt einer Fortleitung am flachen Boden eine solche über demselben anzuwenden, ähnlich wie bei den elektrischen Telegraphendrähten.

Die Leitung wird durch eine Eisenstange a b, **Fig. 85, Taf. VIII**, von 5 cm Seite verlängert und durch Lötung und Verschraubung mit zwei symmetrisch daran angelegten Eisenarmen c d f und c' d' f' verbunden. Jeder der letzteren ist mit einer runden Oeffnung zur Aufnahme der Röhren t, t' versehen, die selbst wieder durch eiserne abgerundete Hülsen in die Oeffnungen gesteckt und geschlossen werden. Jede dieser Röhren hat einen inneren Durchmesser von etwa 30 mm und ist 15 bis 20 cm hoch. In jede kommen sechs der stärksten Eisendrähte von 6 bis 7 mm Dicke, die vorher verzinnt und umgebogen werden und zwar wird nach dem Einsetzen dieser Drähte die Röhre mit dem geschmolzenen Lote vollständig angefüllt. Diese sechs Drähte, von denen immer drei in einer Röhre unter sich verbunden sind, bilden nun die Fortsetzung der Leitung. Sie werden zunächst über die festen zu diesem Zweck eingerammten Träger v v', die unter sich und mit der Vorrichtung a d f d' mittels einer starken Eisenschiene z z' verbunden sind, gelegt und hier in passender Weise mit metallenen Sätteln befestigt. Von da aus geht dann diese Luftleitung über eiserne Träger, mit denen sie passend verbunden ist, nach ihrem endlichen Bestimmungsort und wird in dauernd nassen Boden geführt. Freilich bleibt eine solche Leitung dem Mutwillen und der Zerstörungslust in ähnlicher Weise ausgesetzt, wie eine Telegraphenleitung.

Nochmals wurde die Kommission durch das französische Kriegsministerium zu einem besondern Bericht veranlaßt. (Cpt. rend. 14. Juni 1875, T. 80, p. 1440.) Sind besondere Einrichtungen am Blitzableiter erforderlich, wenn die Pulvermagazine unterirdisch angelegt werden und Schornsteine zur Ventilation durch die Gewölbe und den darüber befindlichen Erdhügel führen? Die Kommission antwortete mit Nein, nur sind alle metallische Teile an den Ventilationsröhren (Gitter u. dergl.) zu vermeiden und durch hölzerne zu ersetzen. Auch sollen die Pulverkästen

nur von Holz sein. Findet sich in der Nähe kein dauernd nasser Untergrund, so ists besser, keine Blitzableiter anzulegen, dann aber auch die Ventilationsröhren wegzulassen.

Es geht aus allem hervor, daß bei Pulvermagazinen keine anderen Schutzmittel gegen den Blitzschlag anzuwenden sind, als auch bei anderen Gebäuden. Doch sind dabei besondere Vorsichtsmaßregeln zu beobachten, die sich zum Teil auf die Anlage des Gebäudes selbst erstrecken. Als solche führt Kuhn an, daß ein möglichst trockener Boden als Baugrund gewählt und das Fundament über das umliegende Gebäude erhöht werde. Das Regenwasser darf sich nicht in der Nähe des Hauses ansammeln können, noch weniger unter oder zwischen den Fundamenten; das vom Dach fließende Regenwasser muß durch den Fall des Bodens weggeleitet werden. Es empfiehlt sich als besondere Vorsicht sehr, die Stärke der Leitung zu vergrößern. Es ist ganz besonders darauf zu sehen, daß die Leitung tadellos und nirgends eine Unterbrechung sei, sowie daß dieselbe unabhängig ist von metallischen Trägern und Stiften; sie soll innerhalb der Mauern abwärts geführt werden oder wenigstens in Rinnen an der äußeren Mauerwand. Endlich ist auf die Bodenleitung die größte Sorgfalt zu verwenden, und nie nur eine einzige anzulegen; auch sollen sie im Boden sich verzweigen. **Fig. 83, Taf. VIII**, gibt eine Skizze einer solchen Anlage.

Eine schon von Franklin empfohlene Vorsichtsmaßregel bei Pulvermagazinen ꝛc. ist das möglichste Weglassen von Metall als Baumaterial, der eisernen Reife an Fässern und aller derjenigen Gegenstände, welche ein Ueberspringen des Blitzes veranlassen könnten.

Eine Reihe von chemisch-technischen Etablissements, die sich mit der Anfertigung feuergefährlicher, leicht brennbarer Substanzen beschäftigen, sowie die Leuchtgasanstalten gehören, was den Schutz gegen Blitzschlag anlangt, in dieselbe Abteilung wie die Pulvermagazine.

19. Schutz der Schiffe.

Für Schiffe, vor allen für Seeschiffe, können Gewitter sehr verhängnisvoll werden. Ihre Masten sind die höchsten Punkte auf viele Meilen im Umkreis, sie werden also die Angriffspunkte sein, auf welche sich der Blitz herabstürzt. Arago hat eine lange Reihe solcher Unglücksfälle zusammengestellt; es könnte dieselbe mittlerweile sehr bedeutend vermehrt werden. Im allgemeinen wurde ihrer schon (S. 7) gedacht.

Die große Franklinsche Erfindung konnte auch da nicht lange auf praktische Anwendung warten, denn schon auf Franklins Anraten wurden die ersten Schiffe mit Blitzableitern versehen. Diese waren in der ersten Zeit und lange danach beweglich, konnten mit der festen Auffangstange am Mast in Verbindung gesetzt werden, und nach vorübergegangener Gefahr wurden sie dann wieder beseitigt und in einer Kiste aufbewahrt.

Die erste französische Kommission von 1823 nahm auch Bedacht auf den Schutz der Seeschiffe und beschrieb in der von ihr veranlaßten Instruktion die Einrichtung eines Blitzableiters für dieselben. Danach sollte eine Auffangstange auf dem Hauptmast angebracht und mit ihr statt einer Kette ein Drahtseil verbunden werden, das, nachdem es durch einen Ring am Mastwandträger gelaufen, mit dem Kupferbeschlag des Schiffsbauchs in Verbindung gesetzt wird.

Es war also von der Kommission eine ununterbrochene Leitung vorgesehen, aber auf die Stärke derselben war noch keine Rücksicht genommen. Es war nur noch bemerkt, daß auf kleineren Schiffen ein einziger Blitzableiter auf dem Hauptmast genüge, auf größeren ein solcher aber auch noch am Fockmast anzubringen sei.

Viele, wenn auch nicht alle Unglücksfälle wären vermieden worden, hätte man sich genau nach der Instruktion gerichtet. So aber wurden immer noch vielfach statt Draht-

seilleitungen Metallketten nach Art der Meßketten von Geometern angewendet, oder es wurde das Ende der Leitung gar nicht, oder nicht tief genug in das Wasser geführt, oder endlich, und da war der schwache Teil der Instruktion, es war die Leitung zu dünn.

Die zweite französische Kommission von 1854 nahm die Frage daher aufs neue auf und behandelte sie mit großer Sorgfalt. An der Hand der Erfahrung suchte sie die Mängel der seitherigen Blitzleitungen auf Schiffen auf.

Ein Paketboot von 520 Tonnen ward im April 1827 vom Blitz getroffen. Der Blitzableiter bestand aus einer kegelförmigen Eisenstange von 1,20 m Länge, 11 mm Durchmesser an ihrer Basis, und einer Feldmeßkette von ungefähr 40 m Länge, welche die Verbindung zwischen dem Meere und dem Fuße des Blitzableiters herstellte. Diese Kette war aus Eisendraht von 6 mm Durchmesser gefertigt; die Kettencylinder hatten 45 cm Länge, waren an den Enden ringförmig umgebogen und dann durch runde Ringe miteinander vereinigt.

Im Augenblick der Explosion wurde das ganze Schiff durch ein lebhaftes Licht erhellt; zu gleicher Zeit wurde die Kette nach allen Seiten zertrümmert und in brennende Stücke, oder in glühende Kugeln verwandelt; der Blitzableiter selbst war von seiner Spitze an auf eine Länge von 30 cm geschmolzen, indem die Schmelzung erst bei einem Durchmesser von 6 mm aufhörte. Diese kleinen eisernen glühenden Kugeln, so groß wie gewöhnliche Flintenkugeln, zündeten auf dem ganzen Verdecke an 50 Stellen, obschon dasselbe von einer Hagelschicht bedeckt war und der Regen in starken Strömen herabfiel. Der Rest des Blitzableiters mit einem Kettengliedende von 8 cm hing noch da und das stärkste Bruchstück der Kette, welches auf dem Verdeck aufgefunden wurde, hatte nicht ganz 1 m Länge; man nahm an demselben blasige Stellen wahr, welche die Wirkung des Feuers verrieten.

Hier ein ebenso lehrreiches Beispiel aus neuerer Zeit:

Am 13. Juni 1854 traf in der Bai von Baltschick, um 7 Uhr des Abends der Blitz den Jupiter, ein zwei-

deckiges Schiff, welches zur Eskadre des Schwarzen Meeres gehörte.

Da die Ketten des Blitzableiters an ihrer Stelle waren, so tauchte diejenige des großen Mastes, in welchen der Blitz eingeschlagen war, 2 m tief ins Meer, indem sie an ihrem Ende eine Kugel von 2 kg trug.

Im Augenblicke der Explosion sah man ein lebhaftes Licht; die Heftigkeit des Knalles und der aufwirbelnde Rauch ließen anfangs glauben, daß ein Kanonenschuß in einer der Batterien erfolgt sei, aber der Irrtum dauerte nur einen Augenblick; die Kette des Blitzableiters war verschwunden, und man bemerkte überall die Trümmer; die hintere Schanze, die Kampanie, die Rust waren damit bedeckt; mehreren Personen der Schiffsequipage waren Stücke in die Kleider gefahren und drei von ihnen waren leicht verletzt worden.

Diese Kette, welche ungefähr 70 m Länge hatte, vom Fuße des Blitzableiters bis herab ins Meer ging, indem sie zuerst von der Spitze des kleinen Mastes, dann in großen kupfernen Ringen längs der Brampardune herablief, war weiter nichts, als ein dreilitziges Seil, im ganzen aus 60 Messingdrähten gebildet, von denen jeder $^1/_2$ bis $^2/_3$ mm Dicke haben konnte.

Der Blitz hatte dieses Seil in tausend kleine Stückchen verwandelt, die kleiner als Nadeln waren; unterdessen fand man noch unter diesen Haufen zerstreueter Bruchstücke hier und da einige Enden des Seiles von höchstens einigen Dezimetern Länge. Man gewahrte an ihrer Oberfläche jene violette Farbe, welche das Feuer dem Metalle erteilt, und in der That waren die ersten Stücke, welche man berührte, noch brennend heiß.

Diese beiden Beispiele genügen, um zu erfahren, daß unter gewissen Umständen ein Blitzableiter vom Blitze zerstört werden könne; aber sie zeigen zu gleicher Zeit, daß in diesem Falle der Blitzableiter nicht ganz unnütz war, weil er nämlich den Schlag auffängt, dann ihm noch die Richtung gibt und dadurch die Schläge ablenkt, die, wenn

sie neben ihm niedergegangen wären, großes Unglück hätten anrichten können.

Schließlich hat der Jupiter keine Beschädigungen erfahren, während nicht weit von ihm, derselben Erzählung zufolge, ein türkisches Schiff, welches auch einen Blitzableiter hatte, dessen Kette sich aber nicht im Wasser befand, während desselben Gewitters ebenfalls einen Blitzschlag bekam, so daß es in seiner Flanke ein wenig über dem Kupfer und an der Wassertracht ein Loch von mehr als 30 cm Tiefe und ungefähr von solcher Beschaffenheit hatte, wie es eine Kanonenkugel zu machen pflegt.

Was ist die Ursache solcher Unglücksfälle? Bietet ein Blitzableiter nicht größere Sicherheit dar? Bringt derselbe immer in Gefahr, von seinen brennenden Stücken wie von Kartätschen oder von einem Feuerregen beschädigt zu werden? Oder lassen sich derartige Ereignisse durch Beseitigung von Konstruktionsfehlern vermeiden? Die erzählten Thatsachen geben eine genügend klare Antwort auf diese Fragen.

Alle Blitzableiter, welche der Blitz zerstört hat, waren ungenügende, schlecht konstruierte Apparate, bei denen die Grundsätze nicht befolgt waren, die man aus der Theorie, oder aus der Erfahrung ableiten konnte. Nicht etwa, daß der Blitzableiter von solcher Beschaffenheit sei, daß er vom Blitze niemals getroffen werden könnte, ist er vielmehr gerade so eingerichtet, um häufig getroffen zu werden, jedoch auf seine Weise und um immer widerstehen zu können, selbst bei den heftigsten Schlägen.

Im ersten Falle hatte der Blitzableiter mehrere Konstruktionsfehler, seine Stange war zu schwach und lief zu dünn aus; seine Leitung hatte einen viel zu kleinen Durchschnitt; außerdem ist die Form der Kette niemals zulässig und muß streng ausgeschlossen bleiben von jeder Anwendung dieser Art. Die Gründe dafür sind folgende: Die Ringe berühren sich nur unvollkommen wegen der Veränderungen des Metalles und der verschiedenen Beschmutzungen, welche sich daran festsetzen, und selbst angenommen, daß die Ober-

flächen der Berührungspunkte ganz rein und metallisch seien, so ereignet es sich immer, daß sie zu eng sind und daß eine schwache Entladung, wenn sie auf diesen Punkten zusammengedrängt wird, hinreichend ist, um hier das Eisen zu schmelzen und zu verbrennen.

Der Blitzableiter des Jupiter, obschon besser eingerichtet, als der vorhergehende, hatte auch einen unglaublichen Fehler. Wir wollen nichts von seiner Stange sagen, weil uns genügende Angaben über die Veränderungen fehlen, welche der Blitz darin hervorgebracht hat, und man sich nur darauf beschränkte, zu sagen, daß sie gewunden worden sei; wir wollen nur von dem Messingdrahtseil sprechen, welches die Leitung bildete. Erwähnt haben wir die merkwürdigen Erscheinungen der Zertrümmerung und der Umherschleuderung. Man kann sich diese Wirkungen auf folgende Weise erklären: Zuerst kann man bloß annehmen, daß der Durchschnitt zu schwach gewesen sei und daß es deswegen ebenso, wie die Kette des New-York, zerstreut worden sei; denn es ist durch Van Marum schon im Jahre 1788 nachgewiesen worden, daß besonders das Messing die Eigenschaft besitzt, durch einen elektrischen Schlag in tausend Stücke zertrümmert zu werden. Die zahlreichen Bruchstücke des Seiles, die uns indessen zugekommen sind, bemerkt die zweite Pariser Kommission 1854, und die wir in allen Hinsichten haben untersuchen können, verraten nur einige Spuren der Schmelzung; außerdem zeigt sich, daß keine dieser Spuren sich über die ganze Stärke des Taues verbreitet, alle beschränken sich nur auf eine Gruppe einiger Drähte von den 60 Drähten, aus welchen das Seil bestand. Dieser Umstand scheint uns zu beweisen, daß der Blitzschlag sich nicht auf gleiche Weise durch alle Drähte fortgepflanzt habe, daß diejenigen, welche er verfolgt hat, unzulänglich waren, um ihn fortzuleiten, weshalb ein Teil davon geschmolzen, der andere zerbrochen, oder verflüchtigt worden ist, mit jener lebhaften Explosion, welche immer elektrische Verflüchtigungen zu begleiten pflegt. Daher also jene Zerreißung des Seiles und jene Umherschleuderung der Bruchstücke von einigen Dezimetern Länge,

die zwar die Hand verbrennen konnten, nicht aber so stark erhitzt waren, um das Holz und die andern brennbaren Körper in Brand zu versetzen.

Wenn aber an den beiden Enden, oder im allgemeinen an den beiden Verbindungspunkten mit der übrigen Leitung die Drähte untereinander durch Staub- oder Oxydschichten isoliert sind; wenn außerdem das Seil die Leitung nur mit seinen oberflächlichen Drähten berührt, alsdann verhalten sich die Dinge ganz anders: die Drähte sind dann weder einander gleich, noch miteinander innig verbunden, und die Elektrizität wählt sich diejenigen aus, welche mit der Leitung sich in Berührung befinden und durch die Drehung des Seiles bald an die Oberfläche, bald in den Mittelpunkt desselben gebracht werden. Diese Drähte können nur eine kleine Zahl ausmachen, sind unfähig die Wirkung des Blitzes zu ertragen, und das ganze Seil, durch die Explosion zertrümmert, bietet unfehlbar alle die Erscheinungen dar, die sich an Bord des Jupiter begeben haben.

Die beiden Unglücksfälle rührten demnach von derselben Ursache her, nämlich von einem zu schwachen Querschnitt der Leitung. Im ersten Falle ist die Unzulänglichkeit des Querschnittes augenfällig und gewissermaßen der Hauptfehler: ein Eisendraht von 6 mm Dicke besitzt einen neun- oder zehnmal zu kleinen Querdurchschnitt; in dem zweiten Fall ist die Unzulänglichkeit mehr verdeckt und zufällig, weil sie von schlechten Verbindungen herrührt.

Die mehrerwähnte Kommission kam danach zu folgenden praktischen Ergebnissen:

Das Kupfer hat einen großen Vorzug vor dem Eisen und dem Messing, deren man sich häufig zur Herstellung des die Leitung bildenden Seiles bedient. Es ist den Einflüssen der atmosphärischen Luft weniger ausgesetzt und kann mit einem dreimal so kleinen Querschnitt angewendet werden. Wir raten deshalb, ausschließlich Seile aus Kupfer mit einem Metallquerschnitt von 1 qcm an. Ihr Gewicht beträgt dann 900 g für den laufenden Meter, oder 90 kg

für 100 m. Die Drähte haben 1 bis $1^1/_2$ mm Stärke und werden wie gewöhnlich dreilitzig gewickelt.

Die Stange hat, mit Inbegriff der Spitze, welche nach obiger Vorschrift zu konstruieren ist, nur wenige Dezimeter Länge. Die Verbindung mit dem Seile wird in der Werkstatt durch Zinnlötung bewirkt. Zu diesem Zwecke kann man z. B. in die Stange ein Loch bohren, durch dasselbe das Seil ziehen und das Ende des letzteren auf 3 bis 4 dcm Länge mit dem übrigen Seile fest verflechten. Das Loch wird dann mit Lot ausgefüllt, welches die einzelnen Drähte fest umschließt und an den Ein- und Austrittspunkten des Seiles dicke Halbkugeln bildet.

Bei dieser Einrichtung kann die Stange des Blitzableiters nicht mehr auf die zu ihrer Aufnahme vorhandene Spitze festgeschraubt werden und man muß ihr also eine Form geben, welche gestattet, sie mit ihrem Träger fest zu verbolzen.

Am unteren Ende wird das Seil in ähnlicher Weise in ein Stück Kupfer von geeigneter Form eingelassen. Es ist notwendige Bedingung, daß dieses Kupferstück selbst in konstante leitende Verbindung mit dem Schiffsbeschlage gesetzt sei.

Die Vorsicht, welche man bisweilen gebraucht, die Kette am Mastbaume zu isolieren, ist nicht notwendig und die Gewohnheit, die Kette beim Herannahen des Gewitters in das Meer zu werfen, ist gefährlich, weil es 1. bisweilen vergessen wird, und 2. weil es nicht immer ausreicht, daß die Kette nur auf 2 bis 3 qdcm mit dem Meerwasser in Verbindung gesetzt sei.

Obgleich diese Methode sich vielfach bewährt hat, so ist sie doch nicht für alle Fälle sicherstellend.

Auch sind mehrere Fälle bekannt, wo der Blitz den Fockmast traf, obgleich der Hauptmast einen Blitzableiter trug; in einem Fall wurde der Besanmast getroffen, obgleich Haupt- und Fockmast bewaffnet waren. Es zeigen diese Fälle aufs Schlagendste, wie irrig die gewöhnliche Ansicht von der Größe des Schutzkreises ist, wo die abso-

lute Höhe der Spitze über einer beliebigen Fläche als Grundlage zur Bestimmung desselben angenommen wird.

Unter 44 Fällen, wo der Blitz Schiffe traf und wo die drei Maste bewaffnet waren, schlug er 27 mal in den Hauptmast, 14 mal in den Fockmast und nur 3 mal in den Besanmast; in zwei Fällen wurden Haupt- und Fockmast gleichzeitig getroffen.

Ich Schoße der Akademie machte sich daher auch sofort die Ansicht geltend, daß die vorgeschlagenen Schutzmittel für Schiffe nicht vollkommen ausreichten.

Der Baron Karl Dupin machte in einem Sondergutachten auf die schönen Arbeiten des Sir William Snow Harris, Mitglieds der königl. Gesellschaft in London aufmerksam; dieser begann schon 1822 mit seinen Bemühungen, Seeschiffe durch feste Blitzableiter ohne Hemmung der Beweglichkeit der einzelnen Mastteile gegen die Wirkungen der Elektrizität zu schützen. Er brachte anfangs Kupferröhren, später Kupferplatten an den Mastspitzen an und an den Masten, den Segeln und dem Takelwerk, sowie überhaupt an allen Teilen des Schiffs und setzte sie durch die äußere Kupferbelegung des Schiffs mit dem Meere in leitende Verbindung.

Bei einer Begutachtung des Harrisschen Systems durch eine Kommission der britischen Admiralität, der als wissenschaftliche Mitglieder Faraday und Wheatstone beigegeben wurden, fand dasselbe bis auf kleine Vereinfachungen die vollste Anerkennung und veranlaßte dessen glänzende Belohnung.

In einem Bericht der 8ten Jury, gelegentlich der ersten großen Industrieausstellung, heißt es darüber:

Eine Quelle allgemeinen Glücks für Schiffe ist die wirksame Anwendung metallener Leiter, die gegen den Blitzschlag schützen. Franklin hat die unsterbliche Entdeckung gemacht, daß die Elektrizität, welche der Mensch künstlich hervorruft, übereinstimmt mit der, welche sich als Blitz vom Himmel herabstürzt. Durch einen Blitzableiter mit metallischer Leitung, die er zuerst vorschlug, konnte man nun

Gebäude des festen Landes und des Meeres gegen die Ereignisse bei Gewittern schützen. Jedoch machen die so wechselnden und verwickelten Umstände, unter welchen sich die Schiffe durch die Natur der Sache befinden, den Gebrauch dieser Leitungen sehr schwierig und fast unmöglich. Die Masten, die einzigen hohen Gegenstände, an denen man sie befestigen könnte, sind aus einer großen Anzahl bestimmter Stücke zusammengesetzt, die gegeneinander beweglich, die selbst wegnehmbar sein müssen. Auch können die Masten durch den Wind oder andere störende Ursachen beschädigt werden. Der Schutz der Schiffe gegen die Elektrizität des Himmels wurde daher einer schwachen Kette oder einem Metallseil anvertraut, das zeitweise längs der Taue ausgespannt wurde. Die Umstände bringen es mit sich, daß ein solcher Leiter nicht die vollkommene Sicherheit darbieten konnte, welche ein stärkerer Leiter mit sich bringt, der unbeweglich längs der Maste befestigt ist.

Sir William Snow Harris hat den Gedanken gefaßt, starke metallische Leiter als wesentlichen Teil der Maste und des Schiffskörpers anzuwenden. Er brachte dadurch das Schiff in Bezug auf die Wolkenelektrizität in einen Zustand so vollkommener Leitungsfähigkeit, als wenn die ganze Masse metallisch wäre. Er erreicht dieses, indem er die Masten und den unteren Schiffsteil fest mit einer Reihe von Kupferplatten verbindet, die so verteilt sind, daß sie in jeder wechselnden Lage der Masten mit der Leitung derselben in Verbindung stehen; sie sind in der Art untereinander verbunden, daß eine elektrische Entladung, einerlei wo sie das Schiff auch treffen mag, nicht an einen Ort gelangen kann, von welchem die Leitung nicht einen Teil ausmacht.

Auf diese Weise ist das Schiff gegen die zerstörende Einwirkung der Wolkenelektrizität unter allen Umständen und zu allen Zeiten geschützt, ohne daß Offiziere und Mannschaft irgend etwas dabei zu thun haben.

Außerdem hat Snow Harris gezeigt, daß, in welcher Lage sich auch die beweglichen Teile der Masten befinden, eine oder mehrere Linien der Leitung quer durch das Schiff

zu dem Meere führen; sie bieten der Entladung der Elektrizität geringeren Widerstand dar, als jede andere denkbare Einrichtung.

Sir Balduin Walker, Generalinspektor der britischen Marine, hat selbst die außerordentlichen Vorteile dieses Systems erfahren; an Bord einer Fregatte, die er befehligte, wurden an der Küste von Mexiko zwei Masten von so heftigen Blitzschlägen getroffen, daß beinahe der ganze metallische Teil der Leitung Schmelzung erlitt und die Oberfläche der Leitplatten Schmelzspuren zeigte. Doch wurde, dank der Leitung von Snow Harris, weder an den Masten noch am Schiffskörper irgend welcher Schaden angerichtet.

Auch später noch fand die Methode von Snow Harris in der französischen Akademie höchst anerkennende Erwähnung. Despretz berichtete über das Werk „Schiffbrüche durch den Blitz“ („Shipwrecks by Lightning”) von Sir William Snow Harris, der sich schon über 30 Jahre lang mit der Zerstörung der Schiffe durch den Blitz beschäftigte. Er sammelte eine große Anzahl von Thatsachen über diesen Gegenstand; über 200 Fälle, wo Schiffe der königlichen Marine und der Handelsflotte durch den Blitz beschädigt wurden, sind darin methodisch geordnet und sind in wissenschaftlicher und statistischer Beziehung gleich interessant. Die Lektüre dieses Werkes, das zugleich schöne Abbildungen der bemerkenswertesten Blitzwirkungen enthält, ist allen Physikern, Marinebeamten und besonders denen zu empfehlen, die sich mit dem Schutz der Schiffe gegen Blitzschläge beschäftigen.

Daß das System von Snow Harris sich allezeit bewährt hat, geht auch aus einem der zahlreichen neueren Fälle hervor.

In der Nacht vom 20. September 1862 traf im Mittelländischen Meere ein Gewitter ein englisches Kriegsschiff mit 90 Kanonen. Die elektrischen Entladungen warfen sich gleichzeitig an mehreren Punkten auf das Blitzableitersystem nach Snow Harris mit solcher Gewalt, daß

sämtliche Matrosen durch die Schläge, wie bei einem starken Erdbeben, in Furcht gerieten. Dessenungeachtet verursachte der Blitz weiter keinen Schaden, als daß er einige Nägel ausriß. Fast in derselben Seegegend wurde 1839 ein anderes englisches Kriegsschiff derselben Größe von einem Gewitter heimgesucht, welches zwei Menschen der Mannschaft tötete und solche Zerstörung anrichtete, daß das Schiff infolge derselben zwei ganze Monate im Hafen von Malta zur Reparatur liegen mußte. Das Gewitter verursachte dem Staat einen Schaden von 250000 Franken (200000 Mark).

Harris sucht der Entladung eines Blitzschlages bei seinen Ableitern einen möglichst großen Querschnitt, sowie eine bedeutende Oberfläche darzubieten. Er erreicht dies dadurch, daß er seine Leitung aus Streifen von Kupferblech von etwas über 1 m Länge bildet, von welchen immer zwei zusammengenietet werden, und wobei im allgemeinen der äußere 2 dcm, der innere 1 dcm dick ist, zuweilen aber jeder die eine oder andere Dicke hat. Ihre Breite beträgt bei den Hauptmasten 10 bis 12 cm, bei den Nebenmasten 7, und an den Spieren 4 bis 5 cm. Die Platten werden so zusammengenietet, daß sie einen langen ununterbrochenen Streifen bilden. Dieser wird mit kupfernen Nägeln auf der hinteren Seite der Masten in einer passenden Rinne oder Furche derart befestigt, daß ihr Umkreis nicht dadurch gestört wird.

Auf der Spitze der Masten ist eine Kupferhaube angebracht, an der ein Kupferstab um ein Scharnier beweglich ist und gegen die Leitung sich lehnt. Die Streifen derselben, deren Stücke natürlich vollkommen miteinander in leitende Verbindung zu setzen sind, werden am Maste entlang durch den Schiffsraum bis zu dem sogenannten Schweinskiele geführt. **Fig. 86** und **87, Taf. VIII.** Auf diesem werden auf jeder Seite des Mastbaums doppelte Kupferstreifen von 15 cm Breite angebracht, welche sich über fünf bis sechs Kielbolzen erstrecken. Sollten diese nicht durch den eigentlichen Kiel bis zu dem Kupferbeschlag gehen, so werden noch einige bis dahin reichende Bolzen

eingeschlagen. Auf diese Weise fährt ein vom Maste herabgehender Blitz auf der Leitung durch das Schiff hindurch zum Wasser, ohne das Schiff zu beschädigen.

Ebenso führt man da, wo der Mast in den Raum eintritt, kupferne Streifen unter den Deckbalken hinweg nach den Schiffsseiten und setzt sie dort mit den an den Knien und Spanten befindlichen Teilen in Verbindung.

Ebenso gehen Streifen von dem Fockmast nach dem Buge und von dem Besanmast nach dem Hinterteil, wo sie mit Bolzen und anderen metallischen Gegenständen verbunden werden und eine Leitung nach außen erhalten.

An dem oberen Ende des Mastes ist die Leitung über die Spitze weggebogen und auf der entgegengesetzten Seite befestigt. Am unteren Ende der einzelnen Maststücke reicht sie noch unter die Verbindungsstelle mit dem sogenannten Eselshaupte etwas herab, wenn der Mast vollständig in die Höhe geschoben ist. An dem Eselshaupte wird durch kupferne Ringe und eine kupferne Bekleidung des runden Loches auf seiner hinteren Seite eine Leitung zum nächsten Maststeil hergestellt, die man durch federnde Platten überdies noch sicherer machen kann.

Oft werden auch vom Hauptmast oder bei größeren Schiffen auch vom Fockmast aus Metallseile gespannt, welche von dem Schiffskörper isoliert sind und erst mit dem Kupferbeschlag in Verbindung stehen. Auch die Auffangstangen bleiben manchmal weg.

Einen Nachteil haben die Blitzableiter von Harris. Sie sind sehr kostspielig in ihrer Anlage. Ein solcher für ein Schiff von 120 Kanonen kostet mehr als 100 mal soviel als ein beweglicher und allerdings deshalb höchst unsicherer Leiter. Dafür ersparen sie aber auch die außerordentlichen Reparaturkosten nach Blitzschlägen.

Denn vergleicht man die wenigen Fälle, wo ein von Snow Harris bewaffnetes Schiff vom Blitz getroffen und beschädigt wurde, mit den zahlreichen Fällen, wo sich dieses bei anderen Schiffen ereignete, so sind die Beschädigungen dort sehr unbedeutend und für die Existenz des

Schiffs nicht von Erheblichkeit, während hier nicht selten trotz Blitzableiter, allerdings in mangelhafter Ausführung, schwere Unfälle die Folgen eines Blitzschlages sind. Bei den Schiffen mit Harrisschen Ableitern wird die Mastleitung an einer Stelle zerbrochen, oder ein Teil derselben geschmolzen oder nur einzelne Teile von ihrer Unterlage abgerissen. Unter 55 Fällen, wo Blitzableiter von Snow Harris getroffen wurden, sind nur deren fünf, bei denen Teile der Maste leicht verletzt wurden; in den allermeisten Fällen zeigten sich diese Apparate vollkommen sicherstellend und Schutz gewährend.

In neuerer Zeit, wo in der Handels- wie in der Kriegsflotte die eisernen Schiffe immer häufiger werden und voraussichtlich eine Zeit kommen wird, wo auf dem Meere hölzerne Schiffe eben solche Seltenheiten sein werden, wie Dschunken in der Nordsee, ist der Schutz gegen Blitzschlag wesentlich erleichtert. Jetzt haben die meisten eisernen englischen Schiffe sowie die schönen in England gebauten Dampfer des Bremer Lloyd auf der Mastspitze eine Auffangstange, von welcher ein Kupferdrahtseil an einem der Taue hinabläuft, durch welches der Mast gehalten wird. Durch gläserne Röllchen, die an das Tau befestigt sind, ist das Drahtseil isoliert und wird bis zum eisernen Rumpf des Schiffes geführt und mit diesem leitend verbunden.

Wenn Sturgeon vorgeschlagen hat, statt Spitzen auf den Masten Kugeln anzubringen, weil der Blitz sonst von dem vorgezeichneten Wege von der Wolke zur Leitung leichter abspringen und so benachbarte Gegenstände gefährden könnte, so ist dies eines der vielen fruchtlosen Ergebnisse einer ungenügenden Kenntnis der elektrischen Erscheinungen, die wir, soweit nötig, angeführt haben.

20. Schutz der Telegraphen- und Telephonstationen vor Blitzschlag.

Die Telegraphenleitung auf den Tragpfählen bildet einen kolossalen Blitzableiter; durch die metallische Verbindung mit der feuchten Erde kann sie sich sehr leicht mit Elektrizität bis zur höchsten Spannung laden, wenn eine Gewitterwolke darüber hinzieht und verteilend auf die ruhende Elektrizität der Erde einwirkt.

Mit den Telephonleitungen innerhalb größerer Städte und zur Verbindung dieser untereinander und mit kleineren Stationen ist es gerade so, doch ist bei diesen nur dann eine unzweifelhafte Gefährdung durch Blitzschlag anzunehmen, wenn sich in der Nähe der Telephonleitung ein Gas- oder Wasserleitungsrohr befindet, welches nicht in metallischer Verbindung mit dem Blitzableiter der Telephonleitung steht.

Auch Gebäude, in oder an denen sich Teile einer elektrischen Beleuchtungsanlage befinden, sind dadurch keiner größeren Blitzgefahr ausgesetzt, als durch das Vorhandensein von Gas- und Wasserleitungsröhren. Hat aber der Hausblitzableiter eine ungenügendere Bodenleitung als der Blitzableiter der Beleuchtungsanlage, so kann eine Gefahr für das Gebäude eintreten. In diesem Falle ist angezeigt, entweder die Zuleitung der Beleuchtung vom Blitzableiter möglichst fern zu legen oder beide Leitungen durch Telegraphenblitzableiter zu verbinden.

In jedem Jahre richten daher auch Gewitter Schaden an Telegraphenleitungen an, nicht nur durch den damit häufig verbundenen Sturm, sondern auch durch die elektrischen Entladungen. Die Isolatoren werden zersplittert, die Träger aus den Stangen herausgerissen, der Draht wird geschmolzen oder zerrissen; oder der Blitz folgt der Drahtleitung, bedroht die Telegraphenapparate und selbst Gesundheit und Leben der Dienstthuenden, und im besten Falle treten merkliche Störungen im Betrieb ein, selbst wenn das Gewitter nicht in unmittelbarer Nähe ist.

Am 24. Juni 1861 war ein heftiges Gewitter zwischen Berlin und Bernau, das sich auf der Zentralstation wesentlich bemerkbar machte. Während Hamburg mit Königsberg auf dem Uebertragungsapparate arbeitete, zeigten sich bei dem Relais nach Königsberg zweimal 7 cm lange heftige Funken; beide Male hörte Hamburg zu arbeiten auf und machte Fragezeichen, Königsberg antwortete sogleich und Hamburg arbeitete weiter. Es muß also die Elektrizität sich nur schwach bis Hamburg fortgepflanzt und Königsberg von ihrer Wirkung nichts gespürt haben.

Noch auffallender ist die Störung in der Nacht des 2/3. August 1861 bei sternhellem Himmel in Berlin auf den Rheinleitungen. Abwechselnd folgten starke Schläge in den Apparaten. Hannover meldete, nach Westen sei keine Station zu erreichen. Um 12 Uhr wurden bei immer noch heiterem Berliner Himmel auch die Anhaltischen Leitungen ergriffen und während die Störungen in beiden Richtungen bis gegen 4 Uhr morgens, wo aber sämtliche Apparate so stark affiziert wurden, daß überall ausgeschaltet werden mußte. Gegen $4^1/_2$ Uhr bei dunkelem Himmel und starkem Regen zeigten sich unter starkem Knall am Blitzableiter zwei etwa 12 bis 15 cm lange Feuerbüschel, die nach ihrem Verschwinden einen sehr starken Geruch hinterließen. Am Morgen des 3. August zeigten sich durch den Blitz beschädigt:

in 2 Leitungen nach Hannover waren die Widerstandsrollen des Blitzableiters geschmolzen;

in einer Leitung nach Halle waren die Galvanometer-Umwindungen geschmolzen, in einer anderen die Widerstandsrolle am Blitzableiter und in einer dritten diese und die Relaisrollen geschmolzen. Letztere waren auch in einer Leitung nach Bromberg geschmolzen.

Am Morgen des Christfestes 1869 schlug der Blitz in die Telegraphenleitung zu Essek; der elektrische Strom folgte den Drähten und erschien im Apparate des Esseker Telegraphenamtes zum großen Schrecken der anwesenden Praktikanten unter heftiger Detonation in Gestalt eines feurigen Halbkreises, welcher um die Vorrichtungen zum Telegraphieren sichtbar war. Die Kupferplatten in den Batte-

rien wurden zu unförmlichen Klumpen kalciniert, die Drähte, welche die negative Elektrizität in die Erde leiten und durch die sich auch der Blitzstrahl entfernte, völlig zerschmolzen. Auch andere Teile des Apparates wurden durch die große Hitze zerstört. Der Blitz scheint zuerst in die Stationsleitung eingeschlagen zu haben, doch litten auch die übrigen Linien, weil sie nicht gehörig isoliert waren.

Aehnliche Erscheinungen sind zahlreich. Die Apparate werden ausgeschaltet und die Leitung direkt mit der Erde verbunden, und plötzlich zertrümmert ein Funke unter heftiger pistolenschußartiger Explosion im Blitzableiter den Kasten, schmilzt die Widerstandsrolle, zerstört das Galvanoskop und macht auch oft das Relais unbrauchbar. Eigentümliche Erscheinungen wurden während eines sehr starken Gewitters am 12. August 1865 im Hannövrischen beobachtet. Im Büreauzimmer des Bahnhofs zu Lehrte stand während des Gewitters, das an vier Stellen der Umgegend einschlug, zufällig die verschließbare schrankartige Vorrichtung, in welcher die Drähte zusammenlaufen, geöffnet, als die Donnerschläge begannen. Auch war die Leitung nicht abgehängt. In dem Momente nun, wenn einer der heftigen Blitze herniederfuhr, stand jedesmal auch das Innere dieses Schrankes in feurig scheinender Glut, und zwar in dem Maße, daß sogar feurige Ausströmungen aus den Drähten hervorzuschießen schienen. Die Erscheinung erschien und verschwand mit den einzelnen Blitzen, dauerte mithin gleich ihnen nur einen Moment. Sie erschien indes so gefahrdrohend, daß niemand es wagte, an die Drähte heranzutreten, um die Leitung abzuhängen oder den Schrank zu schließen. Alle fürchteten jeden Augenblick von einem blitzähnlichen Schlage getroffen zu werden. Dennoch ward keinerlei Unheil angerichtet. „Wir berichten nach den Worten eines Augenzeugen. Beachtenswert dürfte dabei die Thatsache sein, daß in Lehrte selbst das Gewitter nicht ein einzigesmal einschlug, während dies ringsumher in Ilten 2c. sogar sehr häufig geschah. Unwillkürlich wird man zu der Frage geführt: sollten vielleicht die von vier Richtungen her hier zusammenlaufenden Telegraphendrähte blitzableitend gewirkt haben?“

Solche und ähnliche Erscheinungen kennt fast jede Telegraphenstation.

Nach einer sehr ausführlichen Zusammenstellung der Blitzschäden an Telegraphenleitungen in der Schweiz bis 1882 durch den Telegrapheninspektor P. v. Salis ereigneten sich in einem Zeitraum von 30 Jahren

Blitzschläge in Linien unter				500 m	Höhe	16	Fälle	
"	"	"	"	1000	"	"	4	"
"	"	"	"	1500	"	"	4	"
"	"	"	"	2000	"	"	6	"
"	"	"	"	2500	"	"	1	"
							31	Fälle

Länge der Linien			unter	500 m	bis 225,8 km
"	"	"	über	500 m	" 681 "

Also beträgt die Länge der Linien unter 500 m kaum $^1/_3$ derjenigen über 500 m und doch ist die Anzahl der Blitzschläge doppelt so groß.

Im Jahre 1880 wurden von den Blitzschutzvorrichtungen an 1939 Fernsprechapparaten, die bei der Reichstelegraphenverwaltung in Betrieb waren, im Laufe des Sommers nicht weniger als 1327, also 68 Prozent durch Entladungen atmosphärischer Elektrizität zerstört, während die Fernsprechapparate unversehrt blieben. Ferner wurden in 20 Fällen sowohl die Drahtwindungen der Schutzvorrichtungen, als die der zugehörigen Fernsprecher gleichzeitig durch Blitzschläge beschädigt. Eine Beschädigung der Fernsprechapparate ohne gleichzeitige Zerstörung des um die Spindel der Schutzvorrichtungen gewickelten Drahtes hat nur in wenigen Fällen stattgefunden, während 37 Fernsprecher beschädigt worden sind, bei denen Schutzvorrichtungen noch nicht angebracht waren. Danach scheinen die Blitzschutzvorrichtungen den beabsichtigten Zweck vollkommen zu erfüllen.

Wenn noch immer Unglücksfälle vorkommen, wenn immer noch die Telegraphenapparate durch den Blitz wesentlich beschädigt werden können, so zeigt dies, daß die Blitzableiter vielfach den Anforderungen nicht entsprechen; ungeachtet der besten Entladungsapparate scheinen derartige Zer-

störungen unvermeidlich, solange die Leitungsdrähte zwischen dem Blitzableiter und dem Apparat der Luftelektrizität noch eine so große Metallfläche bieten, wenn nicht den zur eigentlichen Erdleitung führenden Drähten der letzteren größere Dimensionen zugeteilt werden. Es ist eine wesentliche Bedingung, daß die Leitung nicht nur tadellos, sondern auch durch einen großen Querschnitt möglichst leistungsfähig sei. Es ist eine ganz falsche, aber vielfach verbreitete Ansicht, so starke elektrische Entladungen, wie durch einen Blitz, bahnten sich schon von selbst den Weg zur Erde, wenn ihnen nur durch überhaupt eine metallische Leitung der Weg gezeigt werde. Theorie und Praxis sprechen beide gleich stark gegen diese thörichte Meinung. Solange aber noch zu schwache Drähte als Bodenleitung angewendet und diese nur einen Meter ja selbst in manchen Fällen nicht ganz 30 cm tief in den Boden geführt werden, so daß es nötig ist, in der trocknen Jahreszeit täglich mit ein paar Gießkannen voll Wasser wenigstens einige Feuchtigkeit in den Boden zu bringen, darf es nicht Wunder nehmen, wenn immer und immer wieder Störungen und Unglücksfälle im Telegraphenbetrieb durch den Blitz veranlaßt werden.

Geradezu unverantwortlich aber ist es, den Apparat nur durch einen gewöhnlichen 5 mm dicken Eisendraht ohne irgend welchen Schutz mit der nächsten Bahnschiene zu verbinden und ihn an diese durch Wickeln um einen Schraubenbolzen zu befestigen. Es scheint unglaublich, daß das wirklich geschah, und doch ists so. Es sollte die richtige Anlage der Bodenleitungen ebenso von der höheren Behörde überwacht werden, wie die Anlage und Aufstellung der übrigen Apparate.

Es kann jedoch zugegeben werden, daß bei einer Blitzableiter-Erdleitung von sonst zweckmäßiger Einrichtung eine geringe Unterbrechung der Verbindung weniger schädlich wirkt, als bei der Erdleitung der Apparate. Denn ist bei der ersteren die Leitung etwa durch eine dünne Oxydschicht oder durch eine Firnishaut unterbrochen, so wird der elektrische Funke eine solche Stelle leicht überspringen, wenn der Leiter seiner ganzen Länge nach einen entsprechenden Querschnitt

und genügende Leistungsfähigkeit besitzt, um auch die stärksten atmosphärischen Entladungen aufnehmen und abführen zu können.

Eine Frage für sich ist es, ob eine Telegraphenleitung, die an Häusern vorbeiführt oder an solchen gar, allerdings natürlich mit Isolierhütchen verbunden ist, oder ob in größeren Städten die Telephonleitungen, die in großer Anzahl über die Häuser weggeführt sind, diese der Gefahr eines Blitzschlages aussetzen oder nicht.

Nach den vom Reichstelegraphenamt angewendeten Vorsichtsmaßregeln erscheint dies ganz unbedenklich und ist für Gebäude keinerlei Gefahr zu fürchten, indem die isolierten Drähte stellenweise mit Blitzableitern versehen sind. Bei langen Leitungen genügen deren drei oder vier, einen an der Hauptstation, einen am Ende und etwa zwei in der Mitte. Ist schon ein Blitzableiter auf dem Hause, so genügt die Verbindung der Telephondrähte mit diesem. Bei Anlage der Telephone durch das Reichstelegraphenamt wird noch zur besonderen Vorsicht ein eigener dickerer, nur zur Blitzableitung dienender Draht mit über die Häuser geführt, der ohne Isolierung an den eisernen Stangen befestigt ist und an jeder dritten oder vierten Stange eine Ableitung in den Boden erhält. Im Inneren der Häuser sollen Telephondrähte etwa 1 m weit von Gas- und Wasserleitungsröhren vorbeigeführt werden.

Etwas anderes ist es, ob für den Hausbesitzer diese Krönung des Daches mit dem Träger für zahlreiche Drähte eine Annehmlichkeit ist; wahrscheinlich werden nicht nur bei der Montierung, sondern auch nachher nicht selten Arbeiter das Dach besteigen müssen, die Veranlassung zu Reparaturen aller Art und zu Störungen in der Haushaltung sein werden.

Englische Fachblätter der Elektrotechnik berichteten in neuester Zeit über ein merkwürdiges Beispiel von Blitzwirkung. Ein Haus zu St. Cuthbert bei Wolverhampton war durch Telephon mit der städtischen Telephonanlage verbunden, außerdem mit elektrischer Beleuchtung und auch mit einem Blitzableiter versehen. Am 6. August 1885 abends

zwischen 8 und 9 Uhr, als nur einige der elektrischen Glühlampen zur Beleuchtung benutzt wurden, brach ein Gewitter aus. Plötzlich hörte man im Hause einen Knall wie einen Flintenschuß, wobei die elektrischen Lampen hell aufflammten und alsdann erloschen. Die Untersuchung ergab, daß das Telephon durch einen Draht zur Herstellung der Erdleitung mit dem Blitzableiter in Verbindung gestanden hatte und daß dieser Draht geschmolzen war. Man mußte daraus schließen, daß ein Blitz den Ableiter getroffen, sich in das Telephon und von da in die elektrischen Lampen entladen hatte, die Kohlenfäden und die Platindrähte in den Lampen waren zerstört worden und das verdampfte Platin hatte sich als Metallspiegel innerhalb der Lampenglaskugeln abgesetzt. Offenbar war die Bodenleitung des Blitzableiters ungenügend und weist dies darauf hin, daß gerade bei solchen vielfach komplizierten Anlagen größte Vorsicht nötig und eine zeitweise Untersuchung der Blitzableiter erforderlich ist.

Es hat keinen Zweck, hier die verschiedenen Methoden zu entwickeln, welche im Laufe der Zeit angewendet worden sind, Blitzschläge in Telegraphen- und Telephonleitungen unschädlich zu machen, obgleich es von hohem Interesse sein würde, diesen Gegenstand zu verfolgen. Aber die Anlage von Telegraphen- und Telephonleitungen ist Monopol des Staats und dieser wählt diejenigen Vorkehrungen zum Schutze gegen Blitzschlag an, die ihm am sichersten und zweckmäßigsten erscheinen. Wenn ich mir einen Blitzableiter aufs Haus setzen lasse, so kann ich ihn bauen wie ich will und von wem ich will. Ist er schlecht ausgeführt, so ist das mein Schaden, der mich vielleicht klüger macht. Habe ich aber eine Telephonleitung im Hause oder wohne ich in einer Telegraphenstation, so hat der Staat die Verpflichtung, mich vor Blitzgefahr zu schützen und ich kann sicher sein, daß er seine Apparate derart einrichtet, daß eine Gefahr durch den Blitz wenn auch nicht unmöglich wird, aber doch nach menschlichem Wissen und Können möglichst hintangehalten wird. Sind ja doch unser Wissen Stückwerk und die von Menschen gebauten Apparate können durch die furchtbaren Gewalten der Natur verletzt und selbst unbrauchbar gemacht

werden. Aber gegen derartige außerordentliche Fälle können wir uns überhaupt bis jetzt noch nicht schützen und es ist die Frage, ob dies jemals gelingen wird.

---

21. Die Prüfung der Blitzableiter.

Ist ein Gebäude nach großer Mühe und vielen Ausgaben mit einem Blitzableiter bewaffnet worden, so wird in der Regel angenommen, daß alle Teile mit der nötigen Sorgfalt verfertigt, befestigt und untereinander in leitende Verbindung gebracht sind. Wir haben aber keine Garantie dafür, solange sachverständige Augen nicht die ganze Anlage in ihren einzelnen Teilen geprüft und sich von der Leitungsfähigkeit des Ganzen überzeugt haben. Wie oft aber kommt es vor, daß, wenn der wirklich Sachverständige prüfenden Blicks die ganze Anlage mustert, es sich herausstellt, wirkliche Fehler dabei vorkommen oder doch einzelne Teile besser hätten angelegt werden können. Dem Hausbesitzer werden die Bedenken vorgetragen, aber eine Aenderung und Besserung ist jetzt kostspieliger, als wenn von Anfang an ein geschickter und kenntnisreicher Unternehmer mit der Arbeit betraut worden wäre; deshalb Vorsicht bei Vergebung eines Blitzableiters.

Steht ein Blitzableiter eine Reihe von Jahren in Wind und Wetter, wer ist sicher, daß die Verbindungsstellen nicht durch Rost getrennt sind, daß die Leitung nicht durch irgend eine Ursache irgendwo beschädigt ist? Auch darüber kann das Auge und dann ein einfacher Versuch belehren, aber er wird ebenso selten angestellt.

Wie mancherlei Art aber die Unterbrechungen der Leitung sein kann, wurde schon entwickelt; andere verstehen sich von selbst. So erzählt H. Berghausen, daß an einem Stationsgebäude der Köln-Mindener Bahn, bei einer Prüfung der Blitzleitung sich eine Unterbrechung zeigte, obgleich die einzelnen Teile, Dach-, Giebel-, Haus- und Brunnenleitung vollkommen leitungsfähig sich erwiesen. Es

mußte also die Unterbrechung zwischen Haus und Brunnen sein, und wurde daselbst aufgerissen. Es zeigte sich, daß da auf eine Strecke von etwa 7 m die Leitung gelegentlich einer Neupflasterung aus einer Tiefe von $^1/_2$ m verschwunden war, und weitere Nachforschungen ergaben, daß Arbeiter sie gestohlen und für wenige Groschen verkauft hatten. Ohne Prüfung aber wäre der Verlust erst bemerkt worden, wenn trotz Blitzableiter der Blitz doch eingeschlagen hätte. Aehnliche Fälle, wo durch bauliche Veränderungen eine Verletzung oder völlige Unterbrechung der Leitung eintritt, kommen oft vor, um so mehr als bald auf dem Dach, bald an der Außenseite des Hauses, bald am Boden die verschiedensten Handwerker zu thun haben.

Eisenlohr in seiner Anleitung zur Ausführung und Visitation der Blitzableiter verlangt daher, daß diese alle Jahre einmal untersucht werden. Die damit beauftragten Personen, gewöhnlich Schieferdecker und Schlosser, haben besonders darauf zu achten:

1. Ob die Auffangstangen noch ganz sind, ob die Spitze nicht abgebrochen, geschmolzen oder rostig geworden ist.

2. Ob die Leitung noch fest an der Stange ist und ob alle Teile der Leitung unter sich in metallischer Berührung stehen, ob also auch bei der Verbindung von zwei Stangen das Bleifutter noch vorhanden ist, oder die Lötstellen noch ganz und nicht durch Rost getrennt, sowie ob die Schrauben noch fest angezogen sind.

3. Ob die nötig gewordenen Verbindungsdrähte von Dachrinnen, Metallbedeckungen u. s. w. mit der Hauptleitung noch vorhanden und gehörig fest gemacht sind.

4. Ob die Auffangstange sowie die Leitung, soweit dies nötig, durch Oelfarbanstrich noch gegen das Rosten geschützt ist.

5. Ob keine Befestigungskloben, keine Tragstangen lose geworden sind, sowie ob die Blechkappe an der Auffangstange noch vollkommen das Eindringen des Regenwassers verhindert.

6. Ob die Bodenleitung noch in vollkommenem Stande ist.

7. Ob keine Veränderungen mit dem Gebäude vorgenommen worden sind, die auch eine Aenderung der Leitung nötig macht: z. B. neue Schornsteine, teilweise Metallbedeckungen 2c.

Wenn auch in diesen 7 Punkten der Instruktion das Wichtigste enthalten ist, was von dem Handwerker geprüft und nachgesehen, im Notfall auch gleich verbessert werden kann, so ist damit keine Garantie gegeben, daß nun die Leitung tadellos ist und auch bleibt.

Es ist daher nur ein billiges Verlangen, daß, da große Gefahren für Leben und Eigentum davon abhängen, die Regierungen bestimmte Instruktionen für die wissenschaftliche Prüfung der Blitzableiter erlassen.

Seit dem Vorschlage von J. P. Wagner in Frankfurt a. M. wird zur Prüfung der galvanische Strom angewendet.

Führt man nämlich von dem einen Pol eines ganz schwachen galvanischen Elementes, das man überall bequem mitführen kann und gerade geeignet ist, den geringsten Leitungswiderstand anzuzeigen, einen Kupferdraht zum oberen, vom anderen Pol einen solchen zum unteren Ende eines Blitzableiters, so ist derselbe in den Schließungsbogen der Kette eingeschaltet. Ein an passender Stelle in denselben eingeschaltetes Galvanometer ebenfalls von handlicher, möglichst geringer Größe muß unter diesen Umständen den Strom anzeigen, wenn die Leitung nicht unterbrochen ist, da ja bekanntlich eine Magnetnadel durch einen um sie herumgeführten galvanischen Strom von ihrer Richtung abgelenkt wird. Ist aber an irgend einer Stelle der Blitzableiter unterbrochen, so kann der galvanische Strom auch seinen Weg nicht durch denselben nehmen, und die Magnetnadel wird nicht abgelenkt. Indem immer kleiner und kleiner werdende Teile der Leitung eingeschaltet werden, muß man zuletzt die Stelle finden, wo die Unterbrechung stattfindet und diese ist dann auszubessern.

Es ist dabei nicht nötig, die Bodenleitung aufzudecken und bloßzulegen. Es genügt eine Metallplatte bis in den

feuchten Grund oder einen benachbarten Brunnen zu senken und sie durch einen Draht mit dem Galvanometer und dieses mit der Stange zu verbinden. In Städten mit Gasbeleuchtung ist es noch einfacher, den nächsten Gaskandelaber in die Stromleitung einzuschalten. Der feuchte Boden schließt dann die Kette und es kann der galvanische Strom darin zirkulieren, wenn nicht eine Unterbrechung vorhanden ist.

Gehen an einem Gebäude zwei Leitungen abwärts, die oben miteinander verbunden sind, so kann man beide auf einmal prüfen, indem man die Drähte an den unteren Teilen der beiden Ableiter befestigt, nachdem vorher die eine der beiden Bodenleitungen abgeschraubt ist. Ebenso lassen sich nachher beide Bodenleitungen gleichzeitig prüfen. Sehr überflüssig aber erscheint es, nach einem Vorschlag in den Comptes rendus (Bd. 67, S. 306) von einer konstanten Batterie aus einen dauernden Strom durch den Blitzableiter gehen zu lassen, in den eine Alarmglocke eingeschaltet werden soll, die angeschlagen wird, wenn eine Unterbrechung stattfindet.

Zur Anstellung einer Probe ist unter Zuziehung eines Schlossers oder Dachdeckers am besten ein Telegraphenbeamter geeignet, der ja den galvanischen Strom und seine Wirkungen aufs Genaueste kennt. Sehr geeignet wäre auch ein jüngerer Lehrer der Naturwissenschaften, im schlimmsten Fall ein intelligenter Techniker, der auf eine solche Untersuchung besonders eingeübt wird. Gegen eine entsprechende Vergütung sollte derselbe verpflichtet sein, wenn nicht jedes Jahr, so doch in Zwischenräumen von zwei bis höchstens drei Jahren einmal jeden Blitzableiter von der Spitze bis zum Ende der Bodenleitung zu prüfen und darüber ein Protokoll aufzunehmen. Ergibt sich dabei irgend eine Unterbrechung, so ist diese aufzusuchen und die Leitungsfähigkeit wieder herzustellen.

Hat er sich davon im voraus bei der Anlage des Blitzableiters überzeugt, daß die Spitze mit dem Kabel unveränderlich verlötet ist, so ist nicht einmal nötig, immer von der Spitze aus die Proben anzustellen, was allerdings

läſtig iſt und einen ſchwindelfreien Handwerker erfordert. Iſt aber mit der Fangſtange eine Windfahne verbunden, ſo muß über derſelben der Prüfungsdraht leitend verbunden werden. Sehr leicht kommt es vor, daß die Drehſtelle der Windfahne nach längerer Zeit nicht mehr ganz leitend iſt und kann da mit ein paar Feilſtrichen leicht nachgeholfen werden.

Soviel iſt gewiß, daß nur auf dieſe Weiſe eine richtige Kenntnis der Leitungsfähigkeit eines Blitzableiters erlangt werden kann.

In die Praxis iſt dieſe ebenſo einfache, als wiſſenſchaftlich genaue Prüfung bis jetzt kaum eingedrungen, obgleich ſie ſchon 1846 veröffentlicht und vielfach empfohlen wurde. Die weſentlichſte Urſache dieſer Vernachläſſigung iſt die Umſtändlichkeit des Verfahrens, wenn man nicht die nötigen Apparate handlich und bequem mitführen kann, und dieſe zuerſt da und dort zuſammenſtoppeln muß. Herr Mechaniker Mittelſtraß in Magdeburg (Blitzableiterfabrikant) hat ſich das große Verdienſt erworben, in einem leicht transportabeln Käſtchen Alles zu vereinigen, was bei einer Prüfung der Blitzableiter erforderlich iſt. Sein früher ſchon zweckmäßig eingerichteter Apparat iſt in jüngſter Zeit noch ſehr weſentlich verbeſſert und vervollkommnet, namentlich auch mit Rheoſtat verbunden worden, ſo daß Stromwiderſtände von 1, 30, 40, 50 und 60 Siemens gemeſſen werden können. **(Fig. 88, 89, Taf. VIII.)** Dem Praktiker kann der Apparat (24 cm zu 28 cm zu 11 cm) nicht dringend genug empfohlen werden. Dabei iſt der Gebrauch ſo einfach, daß es nicht nötig iſt, auf dieſen hier genauer einzugehen, da jeder einigermaßen Sachverſtändige denſelben von ſelbſt findet.

So unangenehm das vielfältige Einmiſchen der Polizei in die bürgerlichen Verhältniſſe werden kann, ſo dringend geboten iſt es, daß die Baupolizei ein wachſames Auge auf die Anlage, Ausführung und Erhaltung der Blitzableiter hat. Die holländiſche Ueberſetzung der 1. Auflage dieſes Buches macht ſich darüber luſtig, daß man in Deutſchland allezeit nach der „hohen Obrigkeit“ ſchreie. Der freie

Holländer bedürfe derselben, wenigstens was Blitzableiter anlangt, durchaus nicht. Unverstand! Die hohe Obrigkeit überwacht bei uns die Feuerungsanlagen, Dampfkessel ꝛc. ꝛc., die bei Nachlässigkeit gemeinschädlich werden können, und wir sind nicht nur dankbar dafür, sondern wünschen auch eine strenge Durchführung der Ueberwachung. Warum sollen davon die Blitzableiter ausgenommen sein, die bei mangelhafter Ausführung so gemeinschädlich werden können wie Dampfkessel ꝛc., bei sorgfältiger Ueberwachung aber auch ebenso nützlich sind wie diese?

---

22. Die Kosten.

Bei dem wechselnden Preise des verschiedenen Materials für Blitzableiter und bei dem sehr verschiedenen und stets steigenden Arbeitslohn ist es unmöglich, allgemeine Angaben über die Kosten einer Blitzableitung zu machen. Wir müssen uns daher mit einigen wenigen Detailangaben begnügen und werden nur noch eine kleine Reihe von Kostenvoranschlägen geben, die immerhin als Anhaltspunkte bei ähnlichen Anlagen dienen können. Gewöhnlich überschätzt man die Kosten eines neu anzulegenden Blitzableiters.

Der berühmte Elektriker Prof. Sir William Thomson erwähnt, die großen Fabrikherren Schottlands hätten als billiger vorgezogen, sich mit ihren Gebäuden zu versichern, als sie mit Blitzableitern zu versehen; bei Besitzern von Wohnhäusern und Villen ist es oft ebenso. Wer sich aber die Beruhigung bei einem Gewitter für sich und seine Familie erkaufen will mit der Anlage eines Blitzableiters, der verdinge diesen nicht an den Mindestfordernden, sondern lasse ihn von einem Techniker ausführen, der im Rufe der Tüchtigkeit steht und von einem Sachverständigen als tüchtiger Praktiker und gewissenhafter Arbeiter empfohlen wird. Es gibt jetzt so viele kenntnis- und gewissenlose Schlosser und andere Arbeiter, welche Blitzableiter machen, daß man sich wohl hüten muß, einem solchen in die Hände zu fallen.

Nirgends ist die Sparsamkeit weniger angewendet, als bei einem Blitzableiter. Es kann an jedem einzelnen Teil desselben gespart werden, von der Spitze bis zu dem Ende der Bodenleitung, aber nur auf Kosten der Sicherheit und der guten Ausführung. Wie aber diese einzelnen Teile auszuführen sind, das ist vorstehend ausführlich entwickelt worden. Es kann und soll nicht nach einer Schablone gearbeitet werden. Jedes einzelne Gebäude, sei es klein oder groß, erfordert seine besondere Berücksichtigung in den einzelnen Teilen. Hat man aber die Sicherheit, einen zuverlässigen tüchtigen Techniker gefunden zu haben, so überzeuge man sich trotzdem im voraus durch den Augenschein, daß die einzelnen Teile den Anforderungen der Praxis entsprechen. Bei größeren Anlagen ist erforderlich, daß dem Techniker bestimmte Vorschriften über die Ausführung gemacht und kontraktlich festgestellt werden.

Als Beispiel hierfür seien die Bedingungen mitgeteilt, welche die Direktion einer großen Eisenbahngesellschaft den Unternehmern von Blitzableiteranlagen stellt.

Spezielle Bedingungen für die Herstellung von Blitzableitern.

§ 1. Fangvorrichtung.

Der Kupferkegel der Fangvorrichtung hat eine Höhe von 18 cm, derselbe ist an seiner abgerundeten Spitze mit einem massiven Platinstifte von 25 mm Höhe und 4 mm Stärke armiert, welcher in einen spitzen Kegel ausläuft, dessen Höhe gleich dem doppelten Durchmesser des Stiftes, also gleich 8 mm ist. Der Platinstift ist mit einem feingängigen Gewinde 5 mm tief in die Spitze des Kupferkegels eingeschraubt. Der Kupferkegel ist hohl und hat eine Wandstärke von 4 mm. Derselbe wird mit seinem unteren Ende in eine schmiedeeiserne Muffe mit Gewinde eingedreht und hart verlötet. Diese Muffe bildet das obere Ende eines schmiedeeisernen Rohres, welches im Innern des Zinkmantels der Dachbekrönung angebracht, an seinem unteren Ende mit schmiedeeisernen Winkelstützen auf der Dachfirst befestigt

wird und durch welchen das Leitungskabel (die Leitung) bis in den hohlen Raum des oberen Kupferkegels zu führen ist. Das Leitungskabel ist im Innern des Eisenrohres mit diesem zu verlöten. Die Höhe der Fangvorrichtung über der Dachfirste soll 3,20 m betragen.

§ 2. Leitungskabel.

Als Leitungskabel ist sowohl für die Haupt- und Erdleitungen, als auch für alle Zweigleitungen ein Kupferdrahtseil zu verwenden, welches aus drei Litzen von je drei Kupferdrähten besteht, deren jeder 3 mm stark ist. Dasselbe hat ein Minimalgewicht von 0,56 kg pro laufenden Meter. Die einzelnen Kupferdrähte sollen halbweich geglüht sein und eine Leitungsfähigkeit von mindestens 90 Prozent des reinen Kupfers besitzen.

Das Kabel soll in Längen von mindestens 70 m ohne Lötstellen oder sonstige Verbindungsstellen und gleichmäßig verseilt hergestellt sein.

§ 3. Verbindungsstellen des Kabels.

Für die Verbindungsstellen zweier Kabelenden sind diese Enden auf eine Länge von 5 cm beiderseitig aufzuflechten, ineinander zu schließen, die Speißstellen mit Kupferdraht von 2 mm Stärke sauber zu umwickeln und das Ganze gut durchfließen zu verlöten.

Für die Verbindungsstellen der Hauptleitung mit Zweigleitungen sind die Enden der Zweigleitungen auf eine Länge von 5 cm aufzuflechten, zentrisch der Länge nach um das Hauptkabel zu legen, mit Kupferdraht von 2 mm Stärke sauber zu umwickeln und wie vorstehend zu verlöten.

Die Verbindungsstellen des Kabels mit Zinkflächen ist durch Vermittelung einer kleinen Zinkplatte von 4 mm Stärke herzustellen, auf welcher die einzelnen auseinander geflochtenen Drähte des Kabelendes unter Anwendung stark bleihaltigen Lotes festzulöten sind und welche anderseits auf die betreffende Zinkfläche gelötet wird. Für Verbindungsstellen des Kabels mit Eisenkonstruktionen wird statt der Zinkplatte

eine Eisenplatte verwendet, welche mit der Eisenkonstruktion zu vernieten ist.

§ 4. Befestigung des Kabels.

Zur Befestigung des freiliegenden Kabels am Gebäude sind schmiedeeiserne Stützen (1. Firststützen, 2. Dachschrägstützen, 3. Giebel- resp. Mauerstützen) zu verwenden, welche ad 1 mit angelöteten Bleiverdichtungsplatten versehen sind. Das Auge oder die Oesen der Stützen ist mit Bleifutter und Klemmschrauben zum Schutze und zur Befestigung des Kabels zu versehen.

Die Dimensionen der Stützen sind derart zu bemessen, daß das Kabel vom Gebäude durchweg circa 14 cm entfernt gehalten wird und zwischen den einzelnen Stützen überall straff gespannt werden kann.

§ 5. Erdleitung.

Wo das Kabel zur Erde geführt wird, ist dasselbe am Gebäude durch ein schmiedeeisernes Rohr von 4 m Länge und 5 cm äußerem Durchmesser, welches 1 m tief unter Terrain reicht und an dem Mauerwerke des Gebäudes zu befestigen ist, zu schützen.

Im Erdboden wird das Kabel 3 bis 4 m vom Gebäude entfernt in eine Grube von mindestens 4 m Tiefe geleitet und daselbst mit einer schmiedeeisernen Stange von 4 cm Stärke und 4 m Länge, welche in den Boden der Grube einzurammen ist, in ihrer ganzen Länge verlötet. Am Kopfe der Stange befinden sich vier Kabelenden von je 1 m Länge, welche mit derselben gleichfalls verlötet und auf dem Boden der Grube auszulegen sind.

§ 6. Kontinuität und elektrische Leitungsfähigkeit.

Die gesamte Blitzableiter-Anlage eines jeden Gebäudes muß nach Fertigstellung eine ununterbrochene metallische Leitung zwischen sämtlichen Auffangspitzen einerseits und dem feuchten Erdboden anderseits darstellen. Dieselbe darf einschließlich der Erdverbindung dem elektrischen Strom an keiner Stelle einen größeren Leitungswiderstand bieten, als

solcher durch die Querschnitte, Länge und Leitungsfähigkeiten der vorgeschriebenen Leitungsmaterialien bedingt wird.

Die zur Prüfung der elektrischen Leitungsfähigkeit erforderlichen Hilfsarbeiter, sowie die Materialien und Geräte zur Herstellung der Untersuchungsleitungen nach den Spitzen der Fangstangen, mit Ausschluß der Batterien und der Meßinstrumente hat Unternehmer auf seine Kosten zu stellen.

Die Direktion der . . . .

Vorstehende spezielle Bedingungen werden von mir als maßgebend und als Anlage anerkannt zu der Offerte vom heutigen Tage betreffende Herstellung von Blitzableiter-Anlagen.

Datum.

Der Unternehmer.

Legen wir die von Kuhn angegebenen und in der Tabelle auf S. 64 angeführten Thatsachen zu Grunde, so lassen sich daraus mit Berücksichtigung der spezifischen Gewichte (der Dichtigkeit) und des Preises der verschiedenen Materialien für 1 m die Daten berechnen, welche in der folgenden Tabelle zusammengestellt sind.

Leitungsmaterial	Spezifisches Gewicht des Drahtes	Gewicht von 1 m Blitzableiterdraht	Preis von 1 m Blitzableiterdraht	
			M.	₰
Kupfer . .	8,9	180 g	—	83
Eisen . . .	7,75	1200 g	—	75
Verzinktes Eisen . . .	7,57	1000 g	1	23

Selbstverständlich ist, daß bei den beständigen Preisschwankungen die Angaben in der letzten Abteilung der Tabelle nur annähernd als Grundlage einer Berechnung angenommen werden können. Immerhin aber ersehen wir aus vorstehender Tabelle, daß bei gleicher Leitungsfähigkeit des Blitzableitermaterials, also gleichwertiger Wirkung:

1. am wenigsten vom Kupferdraht nötig ist und ein geringeres Gewicht von verzinktem Eisendraht als von Eisendraht. Je dünner aber die Drahtleitung genommen werden kann, um so geschmeidiger ist sie, und um so leichter kann sie an dem Gebäude angebracht werden. Durch das geringere Gewicht vermindern sich auch wesentlich die Kosten für die Träger, die Befestigung der Leitung u. s. w. Das Ausbessern einer schadhaft gewordenen Stelle ist bei einer dünneren Leitung auch weit leichter, es läßt sich leichter ein neues Stück Leitung einschalten. Alle diese Vorzüge bietet der Kupferdraht, der außerdem noch den großen Vorteil hat, daß er durch die Einwirkung der Atmosphäre wenig verändert wird, weder in seiner metallischen Natur, noch in seinem Gefüge.

2. Eine Leitung von Eisendraht ist am billigsten, wenig teurer kommt eine Leitung von Kupferdraht, hat aber dafür bei sorgfältiger Herstellung vielleicht auch eine größere Dauer; das Eisen aber verliert durch eine Rostschicht nicht an seiner Leitungsfähigkeit, und sobald der Draht, resp. das Eisendrahtseil nicht durch Rost zerfressen und mürbe geworden, hat es an seinem Wert als Leiter nicht wesentlich verloren. Eisendraht oder ein Seil daraus scheint daher als Blitzableitermaterial vielen anderen vorzuziehen zu sein, zumal da die für das Kupfer erwähnten Kostenvorteile auch bei Eisen vorhanden sind. Das verzinkte Eisen dagegen ist trotz seines höheren Preises einer Eisenleitung vorzuziehen, weil es eine weit größere Dauer hat und infolge des geringeren Querschnitts leichter zu handhaben und zu befestigen ist.

Auch nach der weit älteren Kostenberechnung Eisenlohrs stellen sich die Leitungskosten für Eisen am niedrigsten. Daß trotzdem Kupferkabel am zweckmäßigsten und dabei kaum wesentlich teurer sind, ist des ausführlichsten gezeigt worden. Dazu ist der Preis des Kupfers in den letzten Jahren wesentlich herabgegangen.

Doch darf der Unternehmer bei einer Submission nur die niedersten Preise als normal annehmen, weil die Transportkosten und Reisespesen des Monteurs mit eingerechnet werden müssen und diese je nach der Entfernung

schwanken. Auch kann Größe und Gestalt des Gebäudes die Kosten einer Anlage wesentlich beeinflussen. Wer bei einer Submission gleich den tiefsten Preis notiert, wird sicher zu kurz kommen, weil sich die Konkurrenz danach einrichten würde; unter allen Umständen aber wird die Solidität der Arbeit darunter wesentlich leiden müssen. Gerade bei Blitzableiteranlagen hat sich das übliche Submissionswesen, das sinnlose Unterbieten für die Ausführung schwer gerächt und kann nicht genug davor gewarnt werden, nur der größten Billigkeit nach die Arbeit zu vergeben.

Da, wie früher genugsam entwickelt worden ist, ein Kupferdrahtkabel am empfehlenswertesten zur Anlage eines Blitzableiters erscheint, so führen wir hier die hauptsächlichsten Preisansätze besonders hierfür an.

Zwölfdrähtiges Kupferseil, 10 mm im Geviert, kostet mit der nötigen Befestigung ungefähr 1,50 bis 2 Mark, dünnere Kupferseile 9drähtig, 8 mm Durchmesser für Seitenverbindungen nebst eisernen Befestigungen der Meter etwa 1,20 Mark.

Kupferdraht, rund, massiv 6 mm Durchmesser 1 Mark; von 8 mm Durchmesser steigt der Preis auf 1,50 Mark, von 10 mm Durchm. 2,50 Mark.

Verzinktes Eisenseil 18 mm Durchmesser mit Stützen pro Meter 1,50 Mark.

Wieviel von dem Leitungsmaterial gebraucht wird hängt nicht nur von der Größe des Gebäudes, sondern auch von der Länge der Bodenleitung ab. Im Preis sind die Verbindungen durch Lötung einbegriffen oder nicht. Patentkuppelungen von Dienenthal in Siegen (siehe Seite 82) à 2 Mark.

1 Fangstange aus Gasrohr mit Kupfer- und Platinspitze, je nach der Länge, 30 bis 40 Mark.

Wird eine Windfahne damit verbunden, vergoldet oder nicht, so steigt der Preis entsprechend der Ausführung um 10 bis 80 Mark und mehr.

Zinkmantel für die Fangstange je nach Größe und Verzierung 18 bis 60 Mark.

Bodenplatte aus Kupfer je nach Größe und Dicke 10 bis 50 Mark.

Patent-Erdleitung von Dienenthal (siehe Seite 90) aus Phosphorbronzedrahtseil, 16drähtig, pro Meter 3 Mark.

Platinspitzen, 16 Stück mit Silber verlötet, pro Erdleitung 20 Mark.

Da im voraus die Länge der Bodenleitung sich meist nicht bestimmen läßt, so werden die dafür nötigen Erdarbeiten (Aufreißen des Pflasters, Auswerfen des Grabens, Zuschütten desselben, Neupflasterung 2c.) von dem Auftraggeber und nicht von dem Unternehmer bezahlt. Dagegen hat dieser die etwa erforderlichen Dachdeckerarbeiten zu übernehmen und in seine Preise einzuschließen. Besondere Gerüste sind nicht erforderlich. Sind sie vom Bau her noch da, so ist dies eine große Erleichterung, aber auch ohne dieselben kann ein geübter Monteur selbst einen Kirchturm oder gar einen Fabrikschornstein während des Betriebs besteigen und die nötige Arbeit ausführen. Natürlich erhöhen sich die Kosten mit den gesteigerten Schwierigkeiten bei der Ausführung.

Wird die Anlage eines Blitzableiters an einem auswärtigen Unternehmer vergeben, so ist im Vertrag wesentlich zu berücksichtigen, ob und welche Kosten durch den Transport des Materials und die Reise des Monteurs erwachsen.

Bayerische Staatsbibliothek München

Sachregister.

A.

Abfallröhren als Blitzableiter 60. 99.
Abspringen des Blitzes 19.
Allgemeiner Teil 1.
Allgemeines über die Leitung 29.
Anforderungen an Blitzableiter 22. 30.
Anlage der Leitung 59.
Anstreichen der Leitung 74.
Anzahl der Auffangstangen 55.
Auffangkreuze 38.
Auffangstangen 21. 33.

B.

Bäume als Schutz 23.
Befestigung der Auffangstangen 49.
Besondere Bauwerke, ihr Schutz 103.
Blitzableiter auf Pulvermagazinen 105.
Blitzgefahr 5.
Blitzschläge in Ableiter 8. 27.
Bodenleitung 83.
Bodenplatte 90.
Brunnen 87. 94.
Brüsseler Stadthaus 62.

C.

Charlessche Regel 51.

D.

Dachrinnen 60. 99.
Dicke der Auffangstangen 37. 65.
Dienenthals Erdleitung 90.
Donner 16.
Drahtseilleitung 66. 72. 80. 83. 88.

E.

Einteilung der Blitzableiter 29.
Eisenleitung 65. 68. 73.
Elektrizität durch Verteilung 12.

F.

Fabrikschornsteine 101.
Fernsprechschutz 126.
Flaggenmaste 40.
Form der Spitzen 46.

G.

Galvanometer 137.
Gas- und Wasserleitung eingeschaltet 91. 100.
Gefahr durch Bäume 4. 23.
Geruch des Blitzes 16.
Geschichtliches und Statistisches 1.
Glockenläuten gegen Gewitter 27.

H.

Häufige Blitzschläge an manchen Orten 12.
Häufigkeit der Blitzschläge 3.
Hauptleitung 60.
Holzkohlen und Bodenleitung 87. 90. 98.

I.

Isolierte Leitung 76.

K.

Kalter Schlag 19.
Kanonendonner gegen Gewitter 27.
Kirchen 52. 69. 85. 95.
Kohlenbettung 87. 90.
Kontrakte 139.
Kosten 138.
Kraftwirkung des Blitzes 18.
Kugelblitz 15.
Kupferblech 71.
Kupferseil 66.

L.

Länge der Auffangstange 37.
Leiter, gute und schlechte 10.
Leitung, ihre Anlage 59.
Leitung, ihre Stärke 64.
Leitungsmaterial 70.

M.

Mastenschutz 107. 113.
Melsens System 61.
Messingleitung 64. 70.
Metall an Gebäuden 22. 31. 100.
Metalleinschaltungen 32. 33. 58. 59. 101.

N.

Natürliche Blitzableiter 22.
Nebenleitungen 32.
Nichtleiter 11.
Nickelspitzen 46.

O.

Ozongeruch 16.

P.

Patentkuppelung von Dienenthal 82.

Platinspitzen 41.
Praktischer Teil 29.
Preise 142.
Prüfung der Blitzableiter 133.
Pulvermagazin 105.

Q.

Querschnitt der Leitung 21.

R.

Rauch gegen Gewitter 26.
Rheostat 137.
Rießsches Gesetz 66.
Rückschlag 17. 77.

S.

St. Elmsfeuer 17.
Schiffe 8. 69. 71. 113.
Schornsteine 59. 101.
Schutz der Kirchen 52. 69. 85. 95.
Schutz der Schiffe 8. 69. 71. 113.
Schutz der Schornsteine 59. 101.
Schutz der Telegraphenstationen 126.
Schutzkreis 34. 51.
Silberspitzen 44.
Snow Harris Schiffsblitzableiter 120.
Spitze 35. 40.
Spitzenbündel 48.
Spitzenmaterial 41.
Stärke der Leitung 63.
Statistisches 3.
Strohdächer 104.
Stumpfe Enden der Blitzableiter 35. 125.

T.

Telegraphenblitzableiter 126.
Theorie des Gewitters und der Blitzableiter 10.

Träger 75.
Türme 52. 69. 85. 95.

U.

Unterſuchung der Blitzableiter 94. 133.

V.

Verbindungen 79.
Verteilungselektrizität 12.
Voranſchläge 139.

W.

Wärmeentwickelung des Blitzes 18.
Waſſerleitung eingeſchaltet 91.
Wetterhähne 39. 99.
Windfahnen 39. 99.
Windmühlen 104.
Wintergewitter 16.

Z.

Zufällige Blitzableiter 27.

Verlag von B. F. Voigt in Weimar.

Die Arbeiten des Schlossers.

Erste Folge: Leicht ausführbare Schlosser- und Schmiedearbeiten für Gitterwerk aller Art.

Enthaltend Muster zu Thoren und Thüren, Füllungen, Einfriedigungen und Geländer für Brunnen, Höfe, Gärten und Brücken. Einfriedigungen für Gräber, Oberlichte, Konsolen, Bekrönungen, Anker, Vorsetzer, Spitzen und Verzierungen für beliebige Zwecke. Unter Mitwirkung von C. A. Böttger, prakt. Schlossermeister zu Erfurt, im herrschenden Stil und gangbarsten Verhältnissen, nach genauem Maß entworfen und gezeichnet von A. Graef sen. und M. Graef jun. zu Erfurt. 24 Foliotafeln. In Mappe. 7 Mark 50 Pfge.

Desselben Werkes **Zweite Folge: Der Kunstschlosser.**

Vorbilder für Bauschlosserei, Gebrauchsartikel, Hausgeräte und Beleuchtungsgegenstände, sowie Einzelheiten und Verzierungen, welche der Ornamentik des Schlossers angehören. Enthaltend Lappen-, Scharnier- und Fischbänder, Drücker, Handhaben und Thorklopfer, Schlüsselschilder, Schließbleche, Schloßplatten, Schlüssel und Schlüsselbärte; Kamingeräte, Kandelaber, Lampen, Ampelarme und Körbe, Kronenleuchter, Leuchter und Laternen, Konsolen, Zunftzeichen, Grabkreuze, Wetterfahnen und Spitzen, Kassetten, Ofenschirme, Waschtische und Gestelle, Blumentische, Kleiderhalter und Garderobeständer, Wappen, Monogramme und Einzelheiten. 30 Foliotafeln in Farbendruck. gr. 4. in Mappe. 9 Mark.

R. Klausen,

der Maschinenbauer

für Gewerbe- und Landwirtschaft. Zum Gebrauche für Fachschulen und den Selbstunterricht. Vierte vollständig neu bearbeitete Auflage von Le Blancs Maschinenbauer. Mit Atlas von 43 Foliotafeln. gr. 8. Geh. 15 Mark.

Verlag von B. F. Voigt in Weimar.

Fr. Neumann,

Handbuch der Metalldreherei.

Enthaltend Angaben über das Material; Werkzeuge zur Dreharbeit, Drehbankkonstruktionen mit Hand-, Fuß- und Maschinenbetrieb; Einrichtung der Drehbank zum Schrauben-schneiden, Bohren, Fräsen und Drücken, Oval- und Passig-drehen, Schleifen und Polieren; Arbeitsleistung, Betriebs-kraft und Gewicht der Drehbänke. Nebst einem Nachweis der hierher gehörigen Litteratur. Vierte Auflage von Hartmanns „Handbuch der Metalldreherei", in vollständiger Neubearbeitung herausgegeben. Mit einem Atlas, enthal-tend 29 Foliotafeln. gr. 8. Geh. 8 Mark 25 Pfge.

F. Abbaß,

Handbuch der

gesamten Metallwarenfabrikation.

In zwei Teilen.

I. Teil. Enthaltend die Fabrikationsweisen der Waren von Schmiedeeisen, Gußeisen, Stahl, Weiß- und Zinkblech, Zink-guß, Zinn, Zinnkomposition und verzinnter Waren. Mit einem Atlas von 20 Foliotafeln. gr. 8. Geh.
6 Mark 75 Pfge.

Dr. F. Binder,

Handbuch der Galvanoplastik

oder die Elektrochemie in ihrer Anwendung, Gegenstände in Metall nachzubilden oder mit Metall zu überziehen. Fünfte Auflage von Walkers Galvanoplastik, unter gleichzeitiger Zu-grundelegung von Brandelys Elektrochemie in vollständiger Neubearbeitung. Mit 48 in den Text eingedruckten Abbil-dungen. gr. 8. Geh. 3 Mark 75 Pfge.

Druck von B. F. Voigt in Weimar.

Inv. No 52391

Neuer Schauplatz

der

Künste und Handwerke.

Mit

Berücksichtigung der neuesten Erfindungen.

Herausgegeben

von

einer Gesellschaft von Künstlern, technischen Schriftstellern und Fachgenossen.

Mit vielen Abbildungen.

Zweihundertneunundzwanzigster Band.

Professor Dr. Otto Buchner, Blitzableiter.

Dritte Auflage.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Buchner, Otto,

Die Konstruktion und Anlegung der Blitzableiter zum Schutze aller Arten von Gebäuden und Seeschiffen nebst Anleitung zu Kostenvoranschlägen Ein lehr- u. Nachschlagebuch f. Bautechniker, Bauhandwerker, Schlosser, Bauunternehmer, Hausbesitzer u. Telegraphenbeamte
Bd.: 1

1887

Techn. 2104 i-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11889841-2